GAZ WODA I TECHNIKA SANITARNA

ROK XVIII STYCZEŃ 1938 NR 1

MIESIĘCZNIK, ORGAN POLSKIEGO ZRZESZENIA GAZOWNIKÓW, WODOCIĄGOWCÓW I TECHNIKÓW SANITARNYCH, ZWIĄZKU GOSPODARCZEGO GAZOWNI I ZAKŁADÓW WODOCIĄGOWYCH W PAŃSTWIE POLSKIM ORAZ POLSKIEGO KOMITETU TECHNIKI SANITARNEJ I HIGIENY MIAST.

REDAKCJA I ADMINISTR.: KRAKÓW, GAZOWNIA MIEJSKA. TEL. 152-05. P. K. O. 406.678.

GAZ, WODA i TECHNIKA SANITARNA

MIESIĘCZNIK

ROK XVIII — STYCZEŃ 1938 — NR 1

Treść:

Sommaire:

ROK XVIII NR 1

GAZ WODA I TECHNIKA SANITARNA

STYCZEŃ 1938

Inż. ANTONI DZIURZYŃSKI
Dyrektor Gazowni w Poznaniu

Sprawa odtruwania gazu w Gazowni Warszawskiej.

Opóźnienie wprowadzania urządzeń do odtruwania gazu w Polsce nie było wynikiem braku zainteresowania się fachowców tą sprawą. Przeciwnie, w ostatnich kilku latach na dorocznych zjazdach wygłoszono szereg referatów przy ogólnym zainteresowaniu, zwłaszcza iż w Polsce pracuje instalacja kontaktowa konwersji gazu wodnego w Mościcach, opracowana przez tamtejszych inżynierów i stosująca własny katalizator.

Praktycznie opóźniły budowę urządzeń do odtruwania w gazowniach:

1) nieuzgodnione do niedawna przez fachowców metody pracy oraz odpowiedniej aparatury, o czym świadczy szeroka polemika w prasie zagranicznej, oparta dotychczas właściwie na jednej tylko instalacji w gazowni niemieckiej w Hameln;
2) proces odtruwania gazu połączony z podrożeniem kosztów produkcji gazu;
3) ewentualnie konieczność przestawienia produkcji gazu mieszanego, powszechnej dzisiaj w gazowniach wielkich i średnich, na produkcję gazu o mniejszej zawartości gazu wodnego, a więc mniejszej zawartości CO ($8 \div 10\%$), z czym łączy się zwiększenie ilości zgazowanego węgla, a w rezultacie ilości sprzedażnej koksu.

Z różnych metod usuwania tlenku węgla, dzisiaj praktycznie rozwiązane jest usuwanie CO za pomocą konwersji, tj. utleniania tlenku węgla parą wodną przy pomocy masy kontaktowej.

Ze względów natury gospodarczej chodzi o metodę i aparaturę najprostszą, tanią w nabyciu, ekonomiczną w ruchu i łatwą do obsługi, dającą w rezultacie gaz nie wykazujący w porównaniu z gazem nieodtrutym różnic co do ciężaru gatunkowego, wartości opałowej i chyżości spalania. Nieskomplikowana, a odpowiednia aparatura decyduje o taniości kosztów inwestycji. Gospodarcza strona ruchu zależy od opanowania zachodzących zjawisk cieplnych, a więc opanowania temperatury procesu i różnych ilości pary wodnej, dodawanej na 1 m³ gazu surowego, oraz od ilości zużywanej do reakcji masy kontaktowej.

Wynika stąd, że przy odtruwaniu gazu muszą być brane pod uwagę najrozmaitsze czynniki, a zadanie to będzie zawsze w różnych gazownich różne. Po ogłoszeniu i przedyskutowaniu wyników odtruwania gazu w Hameln według metody Ges. für Gasentgiftung w Berlinie, sprawa stała się bardzo aktualna.

Na Zjeździe Gazowników i Wodociągowców Polskich we Lwowie w roku 1936, przyjęto po wygłoszonym referacie i obszernej dyskusji jednogłośnie wniosek, uznający odtruwanie gazu za sprawę, której należy poświęcić całą energię. W związku z tym przekazano Sekcji Gazowniczej Zrzeszenia zajęcie się sprawą odtruwania gazu w oparciu o ostatnie zdobycze techniki na tym polu i ze szczególnym uwzględnieniem prac polskich. Rzecz jasna, że Sekcja Gazownicza, nie posiadająca środków finansowych, prowadziła w tym kierunku teoretyczne raczej rozważania. Niezależnie od tego Gazownia Warszawska z własnej inicjatywy w r. 1935 rozpoczęła praktyczne badania w skali laboratoryjnej, po ukończeniu których przystąpiła w kwietniu 1937 r. do realizacji badań w skali technicznej, a w sierpniu 1937 r. aparatura na skalę techniczną została uruchomiona.

Gazownia Warszawska wychodziła z założenia, że tylko praktyczne badania w ruchu na skalę techniczną mogą dać decydujące dane co do optymalnych warunków odtruwania gazu, tak co do samych urządzeń, jak i praktycznego ruchu. Po ukończeniu z pomyślnym skutkiem badań w skali

laboratoryjnej inżynierowie Gazowni: dr inż. B. R o g a, inż. J. K ł o s i ń s k i i inż. B. K a l i n o w s k i, opracowali dwie kompletne aparatury, jedną o zdolności przerobu 3 000 m³ gazu na dobę, zaś drugą 750 m³ na dobę, uzyskując przez to możność dalszych badań i obserwacyj, aż do stwierdzenia najlepszych warunków pracy przy możliwie niskich kosztach własnych i umożliwienia zaprojektowania aparatury do odtruwania całej produkcji gazu miejskiego. Aparatura doświadczalna o przerobie ponad 3 000 m³ na dobę przedstawia się w układzie szematycznym następująco.

Część gazu miejskiego, przetłaczanego za pomocą kompresora do rurociągu miejskiego wysokoprężnego, została odprowadzona specjalnym przewodem do pomieszczenia aparatury do odtruwania gazu. Po zredukowaniu ciśnienia z około 5 500 mm sł. wody za pomocą reduktora do ciśnienia ok. 150 mm sł. wody — gaz skierowuje się przez gazomierz do tzw. parownika. Parownik w kształcie kolumny z blachy żelaznej jest wypełniony koksem, spoczywającym na sicie żelaznym. Koks od góry zraszany jest ciepłą wodą, otrzymywaną z chłodzenia gazu, przez co gaz przepływający w przeciwprądzie do spływającej wody nasyca się parą wodną, równocześnie się podgrzewając. Po przejściu przez parownik, dodaje się do gazu parę wodną, regulując jej ilość regulatorem parowym oraz zaworem. Mieszanka gaz-para wodna wchodzi z kolei do pionowego przeponowego wymiennika cieplnego. W wymienniku następuje podgrzanie mieszaniny gaz-para kosztem ciepła gazów poreakcyjnych, przepływających przez rurki wymiennika w przeciwprądzie. Z kolei mieszanina gaz-para wstępuje do podgrzewacza, gdzie przeponowo następuje podwyższenie temperatury przez podgrzewanie gazem, który jest mierzony za pomocą dodatkowego licznika. Spaliny po przejściu przez rurki podgrzewacza uchodzą do komina.

Przed podgrzewaczem zainstalowany jest rurociąg obejściowy, umożliwiający częściowe lub całkowite przeprowadzenie gazu do konwertora, a tym samym utrzymanie temperatury na odpowiednim poziomie. Podgrzaną mieszaninę z podgrzewacza lub rurociągu obejściowego skierowuje się do konwertora. Konwertor posiada w dolnej swej części sita żelazne, na których spoczywa warstwa katalizatora. Gazy po reakcji przechodzą przewodem z górnej części konwertora do wymiennika, gdzie przeponowo następuje wymiana ciepła z mieszaniną gaz-para, przepływającą do konwertora. Po przejściu przez wymiennik gaz odtruty skierowuje się do chłodnicy w celu obniżenia temperatury (chłodnica zbudowana jest analogicznie do parownika). Koksowe wypełnienie chłodnicy zraszane jest zimną wodą, przechodzącą przez zawór regulujący oraz licznik. Podgrzana woda, spływająca z chłodnicy syfonem, skierowuje się do zbiornika, skąd pompa przez zawór regulujący i licznik wody ciepłej przetłacza ją do parownika. Woda spływająca syfonem z parownika odprowadzana jest do kanału. Po obniżeniu temperatury gazu w chłodnicy, gaz wchodzi do skrzyni oczyszczającej, gdzie następuje usuwanie siarkowodoru, powstałego w czasie reakcji konwersji ze związków organicznych siarki, zawartych w gazie przed procesem. Po przejściu przez skrzynie gaz zostaje mierzony w liczniku suchym, skąd przechodzi do rurociągu ssącego.

Aparaty: parownik, wymiennik, podgrzewacz, konwertor oraz rurociągi zostały odpowiednio zaizolowane za pomocą specjalnych cegieł porowatych, w celu zabezpieczenia ich przed nadmiernymi stratami ciepła przez promieniowanie.

Obydwie aparatury zaopatrzono w szereg przyrządów pomiarowych, umożliwiających określenie temperatury, ciśnienia, ilości pary wodnej, wody w poszczególnych elementach aparatury.

Przytoczone poniżej wyniki ruchu stwierdzają, że pionierska praca inżynierów Gazowni Warszawskiej przemyślała i wybudowała całą instalację bez zależności od zagranicy i wzorów obcych. Do doświadczeń użyto katalizatora wyrobu Zjednoczonych Fabryk Związków Azotowych w Mościcach i Chorzowie, wypróbowanego tamże praktycznie, który okazał się bardzo dobry.

W czasie od 17 sierpnia do 15 grudnia 1937 r. przeprowadzono w opisanej aparaturze liczne doświadczenia. Jak średnie dane uwidocznione w tablicy I, II i III wykazują, wyniki były zupełnie zadowalniające i pozwoliły opracować projekt instalacji do odtruwania całej produkcji gazu, oraz kosztorys na budowę kompletnej instalacji.

Dyrekcja Gazowni zaprosiła następnie Komisję Rzeczoznawców, celem sprawdzenia wyników ruchu odpowiednimi pomiarami, oraz wydania opinii co do realizacji projektu odtruwania gazu świetlnego na skalę techniczną w Gazowni Warszawskiej.

Komisja Rzeczoznawców skontrolowała wyniki kontrolnymi pomiarami w dwudniowym próbnym

Wyniki ruchu aparatury doświadczalnej dla odtruwania gazu

(Średnia z doświadczeń wykonanych w czasie od 17 VIII do 15 XII 1937 r.)

Tablica I.

Lp.	Analiza gazu miejskiego CO_2	miejskiego C_nH_n	miejskiego O_2	miejskiego CO	miejskiego H_2	miejskiego CH_4	miejskiego N_2	konwertowanego CO_2	konwertowanego C_nH_n	konwertowanego O_2	konwertowanego CO	konwertowanego H_2	konwertowanego CH_4	konwertowanego N_2	Ciężar wł. przed konwersją	Ciężar wł. po konwersji	Temperatury gazów: wyjście z gazom.	za parown.	przed wymien.	za wymien.	przed konwer.	w konwer. dolna	w konwer. średnia	w konwer. górna	po wyjściu z konwer.	za wymien.	za licznik.	Zużycie gazu dla ogrzew. w m^3	Zawartość pary wodnej w gazie: za parown.	przed konwer.	Przepływ gazu w m^3/godz
1	7,5	2,3	1,0	18,2	49,6	13,2	8,2	21,3	1,5	0,1	1,0	56,7	12,0	7,5	0,506	0,527	18,0	70,0	87,0	272	366	403	395	393	391	138	21	5,8	0,323	1,190	145
2	7,2	1,8	0,7	18,3	50,1	13,9	8,0	20,7	1,4	0,2	1,1	57,3	11,9	7,4			19,0	67,0	88,0	269	359	385	377	380	382	147	21	8,4	0,269	1,227	141
3	7,2	1,8	0,7	18,3	50,1	13,9	8,0	20,9	1,6	0,3	0,9	56,8	12,0	7,5			18,0	66,0	86,0	270	363	396	381	282	383	142	21	8,0	0,254	1,177	134
4	7,3	2,1	1,0	18,1	50,2	13,8	7,5	20,7	1,2	0,2	0,9	57,3	12,6	7,1	0,507	0,529	19,0	71,0	87,0	281	384	434	400	396	393	137	23	8,6	0,344	0,940	131
5	6,8	2,3	1,0	17,5	51,8	13,6	7,0	21,0	1,8	0,3	1,0	57,4	11,8	6,7			19,0	72,0	86,0	282	385	454	400	395	391	131	23	6,4	0,367	0,917	126
6	6,8	2,3	1,0	17,5	51,8	13,6	7,0	21,0	1,3	0,0	1,0	58,1	11,9	6,6	0,509	0,532	20,0	73,0	87,0	281	373	421	391	388	386	130	23	7,9	0,392	1,010	124
7	6,9	2,2	0,9	17,6	51,7	13,7	7,0	20,2	1,6	0,4	1,0	58,1	12,0	6,7	0,515	0,528	19,0	74,0	85,0	280	375	433	397	387	387	126	23	6,0	0,419	0,981	122
8	6,8	2,3	1,0	17,5	51,8	13,6	7,0	20,1	1,2	0,3	0,9	59,1	11,8	6,6			19,0	71,0	85,0	283	375	427	400	395	391	129	22	6,9	0,344	0,854	120

Tablica II.

Lp.	Analiza gazu miejskiego							Analiza gazu konwertowanego							Ciężar wł.		Temperatury gazów											Zużycie gazu dla ogrzew. w m^3	Zawartość pary wodnej w gazie		Przepływ gazu w m^3/godz
	CO_2	C_nH_n	O_2	CO	H_2	CH_4	N_2	CO_2	C_nH_n	O_2	CO	H_2	CH_4	N_2	przed konwersją	po konwersji	wyjście z gazom.	za parown.	przed wymien.	za wymien.	przed konwer.	w konwer. dolna	w konwer. średnia	w konwer. górna	po wyjściu z konwer.	za wymien.	za licznik.		za parown.	przed konwer.	
1	7,6	2,3	0,7	17,1	52,0	13,3	7,0	20,0	1,0	0,0	0,9	59,4	12,2	6,5	0,506	0 513	17,0	50	80	260	405	369	375	365	360	110	21	8,1	0,101	0,858	119
2	6,8	2,3	1,0	17,5	51,8	13,6	7,0	20,1	1,2	0,3	0,9	58,5	12,4	6,6	0,507	0,529	19,0	70	85	283	363	427	400	398	395	130	22	6,9	0,323	0,854	115
3	7,6	2,3	1,1	17,4	49,4	13,0	9,2	21,1	1,6	0,2	1,0	55,8	11,9	8,4			20,0	72	87	271	370	403	378	381	380	135	23	7,2	0,367	1,155	113
4	7,3	2,1	1,0	18,1	50,2	13,8	7,5	20,7	1,5	0,3	1,0	56,7	12,9	6,9			19,0	70	87	281	385	438	400	397	394	136	23	7,4	0,323	1,037	109
5	7,3	2,1	1,0	18,1	50,2	13,8	7,5	20,6	1,4	0,3	0,7	57,4	12,8	6,8			18,0	67	85	275	392	445	400	395	389	124	22	6,8	0,269	0,783	107
6	7,5	2,5	0,8	18,5	50,7	13,0	7,0	21,0	1,6	0,4	1,0	58,0	12,0	6,0			20,0	62	90	280	401	443	390	394	388	119	23	6,2	0,20	1,160	105
7	6,8	2,3	1,0	17,5	51,8	13,6	7,8	21,0	2,0	0,3	1,0	57,3	12,6	6,8			19,0	72	86	282	385	436	400	395	390	130	23	6,4	0,367	1,068	101
8	7,3	2,1	1,0	18,1	52,0	13,8	7,5	20,5	1,2	0,2	1,0	57,4	12,8	6,9			19,0	67	87	285	387	436	402	398	395	135	22	7,0	0,269	0,945	100

Tablica III.

Lp.	Analiza gazu miejskiego CO_2	Analiza gazu miejskiego C_nH_n	Analiza gazu miejskiego O_2	Analiza gazu miejskiego CO	Analiza gazu miejskiego H_2	Analiza gazu miejskiego CH_4	Analiza gazu miejskiego N_2	Analiza gazu konwertowanego CO_2	Analiza gazu konwertowanego C_nH_n	Analiza gazu konwertowanego O_2	Analiza gazu konwertowanego CO	Analiza gazu konwertowanego H_2	Analiza gazu konwertowanego CH_4	Analiza gazu konwertowanego N_2	Ciężar wł. przed konwersją	Ciężar wł. po kowersji	Temperatury gazów: wyjście z gazom.	za parown.	przed wymien.	za wymien.	przed konwer.	w konwer. dolna	w konwer. średnia	w konwer. górna	po wyjściu z konwer.	za wymien.	za licznik.	Zużycie gazu dla ogrzew. w m^3	Zawartość pary wodnej w gazie za parown.	Zawartość pary wodnej w gazie przed konwer.	Przepływ gazu w m^3/godz
1	6,8	2,3	1,0	17,5	51,8	13,6	7,8	20,2	1,6	0,4	1,0	57,3	12,6	6,9			19	72	86	274	371	415	375	371	370	113	23	5,1	0,367	0,921	95
2	7,6	2,3	1,1	17,4	49,4	13,0	9,2	20,2	1,6	0,3	1,0	57,4	12,6	6,9	0,515	0,528	18	68	85	270	383	425	374	369	367	108	23	6,7	0,286	0,881	93
3	7,0	1,8	0,6	19,0	51,4	13,0	7,2	21,2	1,2	0,3	0,8	57.5	12,2	6,8	0,502	0,527	20	68	89	268	383	415	378	376	375	128	24	8,2	0,286	0,921	93
4	7,4	2,5	0,9	18,9	49,0	14,2	7.1	21,1	2,0	0,1	1,1	57,1	12,9	5,7	0,491	0,519	20	70	89	269	385	420	378	378	377	130	24	7,4	0,323	0,810	91
5	7,0	1,8	0,6	19,0	50,5	13,9	7,2	21,0	1,7	0,4	1,0	56,9	12,3	6,7	0,512	0,520	21	71	88	270	390	423	378	376	374	125	24	9,1	0,344	1,123	88
6	7,0	1,5	0,7	18,1	51,0	14,3	7,4	21,0	1,5	0,1	1,0	58,0	12,3	5,9			22	71	88	291	396	422	379	380	381	130	24	7,7	0,344	1,200	88
7	7,0	1,5	0,7	18,1	51,0	14,3	7,4	21,1	1,5	0,2	0,9	58,1	12,3	5,9	0,502	0,523	20	72	90	276	409	435	390	386	385	125	24	8,6	0,367	1,250	88
8	7,0	1,8	0,6	19,0	50,6	13,9	7,2	21,3	1,8	0,5	1,0	56,8	12,2	6,4	0,507	0,516	21	72	88	270	392	422	376	375	374	125	24	8,2	0,367	1,375	87
9	7,0	1,5	0,7	18,1	51,1	14,3	7,4	20,9	1,5	0,1	0,9	56,6	13,1	6,9			21	70	88	270	394	425	382	381	379	130	24	6,2	0,323	1,176	87
10	7,0	1,5	0,7	18,1	51,1	14,3	7,4	21,3	1,5	0,5	1,0	56,4	12,5	6,8			21	72	89	273	401	430	382	381	380	126	24	9,1	0,367	1,285	87
11	7,0	1,5	0,7	18,1	51,1	14,3	7,4	21,2	1,5	0,3	1,0	56,4	12,9	6,7			21	74	89	279	402	435	387	380	380	126	24	8,2	0,419	1,296	84
12	7,0	1,5	0,7	18,1	51,1	14,3	7,4	21,1	1,5	0,2	0,8	57,7	12,1	6,6	0,491	0,519	20	75	90	274	404	440	395	390	386	130	24	8,9	0,448	1,368	84
13	7,0	1,8	0,6	19,0	50,5	13,9	7,2	20,9	1,5	0,1	1,0	57,7	12,2	6,6			21	52	87	277	390	440	379	375	375	108	24	8,2	0,313	1,330	84
14	7,0	1,7	0,7	18,1	51,1	14,3	7,4	21,2	1,6	0,4	0,8	57,5	12,1	6,4			22	70	89	273	400	425	378	377	372	125	24	6,8	0,323	1,111	82
15	7,5	2,5	0,8	18,5	49,5	13,6	7,6	21,4	2,0	0,1	0,9	56,6	12,3	6,7			20	60	89	278	410	442	385	382	380	114	23	9,1	0,178	0,990	82
16	6,8	2,3	1,0	17,5	51,8	13,6	7,0	20,2	1,6	0,4	1,0	58,0	12,4	6,4			19	68	85	271	380	425	372	358	364	118	23	8,9	0,286	1,000	82
17	7,5	2,3	0,8	18,2	49,5	13,6	7,6	21,5	1,9	0,1	1,0	56,7	12,3	6,5			20	60	88	279	410	435	392	385	379	114	23	7,7	0,178	1,142	80

Wyniki doświadczeń wykonanych wobec Komisji Rzeczoznawców w dniach 21 i 22 grudnia 1937 r.

Lp.	Analiza gazu: miejskiego							Analiza gazu: konwertowanego							Ciężar wł.		Temperatury gazów											Zużycie gazu dla ogrzew. w m³	Zawartość pary wodnej w gazie		Przepływ gazu w m³/godz
	CO_2	C_nH_n	O_2	CO	H_2	CH_4	N_2	CO_2	C_nH_n	O_2	CO	H_2	CH_4	N_2	przed konwersją	po kowersji	wyjście z gazom.	za parown.	przed wymien.	za wymien.	przed konwer.	w konwer. dolna	w konwer. średnia	w konwer. górna	po wyjściu z konwer.	za wymien.	za licznik.		za parown.	przed konwer.	
1	7,1	1,8	0,6	20,1	50,3	13,5	6,6	21,0	1,5	0,1	0,9	57,8	12,6	6,1			15,6	64,0	94,0	264	397	442	419	416	415	118	22,0	8,2	0,225	1,260	83
2	7,1	1,8	0,6	19,7	50,3	13,3	7,2	20,5	1,6	0,0	0,8	57,6	12,8	6,7	0,511	0,521	15,4	66,0	92,0	264	387	430	409	407	405	120	22,0	8,0	0,254	1,248	86
3	7,1	1,9	0,6	19,1	50,3	13,4	7,6	21,4	1,5	0,1	0,7	57,8	12,9	5,6																	93
4	7,2	1,8	0,6	19,5	50,2	13,4	7,3	20,7	1,4	0,2	1,1	57,5	12,8	6,3	0,508	0,521	15,0	65,0	87,0	268	378	431	431	428	425	128	21,5	8,1	0,238	1,240	98
5	7,2	1,8	0,6	19,2	50,3	13,3	7,6	21,4	1,4	0,2	0,6	57,7	12,8	5,9																	99
6	7,2	1,8	0,6	18,9	50,0	13,6	7,9	21,6	1,5	0,2	0,4	57,3	12,4	6,6	0,512	0,524	15,8	79,0	97,0	273	372	400	403	408	407	146	22,0	8,0	0,595	1,283	100
7	7,0	1,9	0,7	18,8	50,1	13,4	8,1	21,2	1,6	0,2	0,7	57,3	12,3	6,7																	102
8	7,2	1,8	0,6	19,1	50,1	13,3	7,9	21,2	1,5	0,1	0,6	57,4	12,4	6,8			17,0	78,0	94,0	273	371	404	409	409	407	145	22,0	8,2	0,553	1,263	104
9	7,1	1,8	0,6	19,0	50,3	13,5	7,7	21,4	1,4	0,0	0,8	57,7	12,0	6,7	0,513	0,523															104
10	7,1	1,8	0,7	19,0	50,3	13,3	7,8	21,3	1,4	0,1	0,5	57,2	12,7	6,8			17,1	78,0	94,0	272	369	402	408	406	405	147	22,0		0,553	1,251	105
11	7,2	1,9	0,7	18,8	50,1	13,6	7,7	21,1	1,4	0,0	0,7	57,7	12,8	6,3			15,0	78,0	96,0	274	370	404	409	410	407	142	21,1	8,4	0,553	1,350	108
12	7,2	1,9	0,6	18,8	50,2	13,5	7,8	21,2	1,4	0,1	0,8	57,8	12,9	5,8	0,510	0,522															108
13	7,1	1,8	0,5	18,9	50,3	13,6	7,8	21,2	1,6	0,2	0,7	57,5	12,0	6,8			15,9	78,5	96,0	274	371	398	416	412	410	146	21,5	8,2	0,573	1,300	108
14	7,2	1,8	0,6	19,1	50,1	13,3	7,9	20,7	1,5	0,1	1,0	57,5	12,6	6,6			15,0	75,0	95,0	274	373	400	420	415	412	142	21,4	8,0	0,448	1,260	110
15	7,2	1,8	0,6	19,0	50,1	13,6	7,7	21,2	1,5	0,1	1,0	57,8	12,8	5,6	0,506	0,520															116
16	7,2	1,8	0,7	19,1	50,1	13,5	7,6	21,1	1,5	0,2	0,8	57,7	12,1	6,6			14,9	71,0	93,0	272	372	415	435	430	430	138	21,1	8,1	0,334	1,240	124
17	7,1	1,8	0,6	19,0	50,1	13,5	7,9	21,2	1,4	0,1	0,8	57,7	12,0	6,8			17,4	74,0	93,0	273	375	419	408	408	405	143	22,0	7,7	0,419	1,261	130
18	7,1	1,8	0,6	19,0	50,2	13,3	8,0	21,3	1,4	0,1	0,7	57,8	12,0	6,7			17,0	77,0	88,0	285	381	440	420	421	417	141	21,7	6,5	0,514	1,256	140
19	7,1	1,7	0,5	19,0	50,1	13,5	8,1	21,2	1,5	0,0	0,8	57,0	12,4	7,1	0,516	0,526	17,0	68,0	90,0	277	388	430	412	410	407	136	21,8	8,4	0,286	1,232	145

ruchu, w dniach 21 i 22 grudnia 1937 r., a wyniki te ujęła w załączonym zestawieniu.

Pomiarów dokonano przy pomocy wspomnianych wyżej kontrolnych aparatów i przyrządów, a mianowicie:

1) temperaturę mierzono wzorcowanymi termometrami, umieszczonymi w miejscach uwidocznionych w zestawieniu pod 2) i 3);
2) ilość gazu mierzono trzema gazomierzami: wejściowym dla całej ilości gazu wchodzącej do odtruwania, gazomierzem dla pomiaru zużycia gazu przez palnik, gazomierzem dla pomiaru ilości gazu wychodzącego z aparatury;
3) ilości wody mierzono osobnym wodomierzem dla wody zimnej i osobno dla wody ciepłej;
4) ilości pary mierzono dokładnie ilością skondensowanej wody.

Następnie zbadała Komisja przedłożone przez Gazownię Warszawską zestawienie kosztów odtruwania całej ilości gazu na podstawie uzyskanych wyników w instalacji próbnej, oraz przybliżony kosztorys kompletnej aparatury dla dobowej produkcji gazu 240 000 m³, po czym wydała opinię ujętą w następującym protokóle:

„Zaproszeni przez Dyrekcję Gazowni Miejskiej w Warszawie do wydania opinii o możliwościach przystąpienia w roku 1938/39 do realizacji na skalę techniczną odtruwania gazu świetlnego w Gazowni Miejskiej m. st. Warszawy, zebraliśmy się w dniach 21 i 22 grudnia b. r. w Dyrekcji Gazowni, a następnie w Gazowni na Woli, gdzie zaznajomiliśmy się szczegółowo z będącą w ruchu próbną instalacją o sprawności około 140 m³ na godzinę. Równocześnie zapoznaliśmy się z dotychczasowymi wynikami ruchu i w ciągu dwóch dni sprawdziliśmy odpowiednimi pomiarami ruch instalacji do odtruwania gazu.

Stwierdzamy, że zagadnienie odtruwania gazu jest bardzo aktualne, a z punktu widzenia technicznego rozwiązalne. Jak wynika z odnośnej literatury (Gerdes, Schuster, Bertelsmann, Müller, Metzger, Marischka itd.) dla gazu odtrutego stawia się następujące wymagania. Gaz odtruty winien:

1) zawierać najwyżej 1% tlenku węgla,
2) posiadać takie same właściwości palenia, jak przed odtruciem,
3) posiadać charakterystyczny zapach.

Załącznik Nr 1 zawiera opis urządzenia próbnej instalacji będącej w ruchu z małymi przerwami od sierpnia b. r., zaś załącznik Nr 2 przedstawia uzyskane wyniki techniczne, a zestawienie z wyników kontrolnych pomiarów wykonanych w naszej obecności dołączono do sprawozdania jako załącznik Nr 3.

Poszczególne elementy aparatury do odtruwania gazu są stosowane w wielu gałęziach przemysłu chemicznego. W aparaturze próbnej Gazowni Warszawskiej zastosowano katalizator wyrobu Zjednoczonych Fabryk Zw. Azotowych w Mościcach i Chorzowie.

W wyniku przeprowadzonych badań i wobec wyników, podanych w wyżej wymienionych załącznikach stwierdzamy, że gaz odtruty w instalacji próbnej w Gazowni Warszawskiej odpowiada w zupełności stawianym przez fachowców warunkom, a w szczególności zawartość tlenku węgla nie przekracza 1%. Jeżeli chodzi o stronę gospodarczą, należy stwierdzić, że jednym z najważniejszych momentów przy realizacji odtruwania gazu jest należyte rozwiązanie zagadnienia gospodarki cieplnej przy specjalnym uwzględnieniu warunków miejscowych w danej gazowni. Należy stwierdzić, że sposób odtruwania gazu opracowany przez Gazownię Warszawską z punktu widzenia technicznego i gospodarczego nie budzi żadnych zastrzeżeń.

Dyrekcja Gazowni Miejskiej przedłożyła nam przybliżony kosztorys kompletnej aparatury dla odtruwania 240 000 m³ gazu na dobę. Koszt tej inwestycji wraz z odpowiednim pomieszczeniem wyniesie w przybliżeniu około 1 500 000,— zł. W tych warunkach koszt odtrucia gazu wyniesie około 0,65 grosza na 1 m³ łącznie z amortyzacją urządzeń i obsługą kapitału, oraz przy uwzględnieniu nadwyżki dochodów ze sprzedaży zwiększonej ilości koksu i produktów ubocznych.

Wymienione koszta odtruwania podwyższają wprawdzie cenę produkcji gazu, jednakowoż względy bezpieczeństwa oraz fakt, że dostawa odtrutego gazu dla celów gospodarstwa domowego zwiększy zaufanie konsumentów, a tym samym spowoduje zwiększenie spożycia gazu, uzasadniają celowość przystąpienia już w przyszłym roku do realizacji odtruwania całej produkcji gazu w Warszawie.

Niewątpliwie całe gazownictwo polskie powita z radością wyniki pionierskiej pracy Gazowni Warszawskiej w tej dziedzinie tym bardziej, że w zupełności uniezależnia nas ona od zagranicy i wzorów obcych. Z uznaniem podnieść należy zasługi przede wszystkim Zarządu Miejskiego w Warszawie, że w dobrym zrozumieniu sprawy umożliwił

przeprowadzenie prób na skalę techniczną przez udzielenie odpowiednich środków.

Równocześnie pragniemy podkreślić doniosłe znaczenie wyników pracy odnośnych inżynierów Gazowni Warszawskiej, którzy w stosunkowo krótkim czasie wszystkie szczegóły problemu dotąd jeszcze w literaturze niecałkowicie uzgodnionego, obmyślili i wykonali, a pod względem gospodarczym odpowiednio do miejscowych warunków rozwiązali.“

(—) Inż. Dziurzyński (—) Inż. Bobrownicki
(—) Inż. Pawlikowski.

Koszt całkowitej inwestycji na wielką skalę (cztery grupy aparatów każda na 60 000 m³ dobowej produkcji gazu) z budynkiem obliczono na 1 ½ miliona złotych. Cyfra ta odpowiada danym z literatury niemieckiej, a mianowicie koszt aparatury w Hameln dla dobowej produkcji 10 000 m³ wyniósł 35 000 RM bez dodatkowych czyszczalników i kotłów. Projekt Gazowni Warszawskiej, opracowany dla produkcji 24 razy większej, uwzględnia dodatkową oczyszczalnię, budynek itd.

Dyrektor Vater podał przybliżone koszta aparatury dla Chemnitz bez oczyszczalni na 400 000 RM. Z tych dat widać, że przybliżony koszt inwestycji Gazowni Warszawskiej przy obecnych cenach żelaza jest realny.

Przy uwzględnieniu tego kosztorysu podaje Dyrekcja koszta odtruwania 1 m³ gazu 0,64 grosza. Kwestia postawiona przez Gazownię Warszawską jest zupełnie jasna. Odtruwanie gazu efektywnie kosztuje i z tym należy się liczyć. Na podstawie ogłoszonych wyników ruchu Gazowni w Hameln rozwinęła się wielka dyskusja w czasopiśmie „Gas- u. Wasserfach“, w której Schuster i Bertelsmann dowodzili, że po wprowadzeniu zmian w pierwotnej aparaturze podniesiono stopień wyzyskania ciepła i przy korzystnej cenie produktów ubocznych kosztuje w rezultacie 1 m³ gazu odtrutego nieznacznie mniej, aniżeli 1 m³ gazu pierwotnego.

Innego zapatrywania jest Dyrektor Gazowni Stuttgarckiej Metzger, który oblicza koszt odtruwania gazu w warunkach swojej gazowni na 0,8 fen/m³. Dyrektor Vater podaje koszta odtruwania 1 m³ gazu na 0,3 fen. Wysocki i Eskreis koszt ten podają na około 1 grosza na 1 m³.

Jasną rzeczą jest, że decyduje o tym sposób ujęcia kwestii cieplnej w pierwszym rzędzie.

Zdawali sobie z tego sprawę inżynierowie Gazowni Warszawskiej przy opracowaniu aparatury próbnej, otrzymali też zadowalniające wyniki. Na podstawie praktycznych doświadczeń z ruchem na tej aparaturze przewidują w pełnej aparaturze dalsze udoskonalenia własnego pomysłu, które umożliwią zaoszczędzenie ciepła.

Z uznaniem tedy należy stwierdzić, że inżynierowie Gazowni Warszawskiej rozwiązali bez rozgłosu ten tak ważny dla polskiego gazownictwa problem w sposób dla Gazowni Warszawskiej najodpowiedniejszy, niezależny od zagranicznych patentów i licencyj z r. 1936.

Niewątpliwie pozwolą oni gazownictwu polskiemu, które z radością wyraża pełne uznanie za tę pionierską pracę wymienionym wybitnym fachowcom, skorzystać z owocnej ich pracy.

Inż. BRONISŁAW KLIMCZAK

Możliwości rozwoju gazownictwa w Polsce.

(Referat wygłoszony na XIX Zjeździe Gazowników, Wodociągowców i Techników Sanitarnych Polskich w Grudziądzu w r. 1937)

Rozwój kultury i współczesne warunki pracy wymagają dostarczenia tak dla celów przemysłowych, jak i dla użytku szerokich rzesz społeczeństwa możliwie najdoskonalszej formy energii cieplnej, świetlnej, mechanicznej, chemicznej. Zapotrzebowanie tej energii jest coraz większe dla zaspokojenia potrzeb codziennego życia, które biegnie w znacznie szybszym tempie niż przedtem. Zagadnienia energetyczne wysuwają się też obecnie na czoło zagadnień współczesnej techniki.

Jedną z głównych dziedzin energetycznych jest gazownictwo, które ma przed sobą wielkie pole rozwoju. Niezawodnie bowiem przyjdzie czas, gdy energia cieplna będzie dostarczana w formie gazu tak z kopalń gazu ziemnego, jak z kopalń węgla, a węgiel w formie stałej stanowić będzie surowiec do dalszej przeróbki. Zagadnienie gazyfikacji winniśmy przeto rozpatrywać pod szerszym kątem widzenia. Popełnia się błąd, jeśli się traktuje gazownictwo tak zwane „miejskie“ w oder-

waniu od całokształtu zagadnień energetycznych; należy przemyśleć wszystkie środki zmierzające do rozwoju gazyfikacji przy możliwie najekonomiczniejszym zużytkowaniu materialnych zasobów energii gazu sztucznego, gazu ziemnego i gazu z koksowni.

Zanim przedstawię możliwości rozwoju gazownictwa w Polsce, podam obecny stan, opierając się na cyfrach z r. 1934/35, wobec braku statystyki gazu sztucznego za lata następne:

Produkcja gazu sztucznego w gazowniach łącznie z zakupionym przez gazownie gazem ziemnym	149 208 402 m³
gaz ziemny zakupiony przez gazownie	9 499 690 m³
Produkcja gazu sztucznego w gazowniach	139 708 712 m³
Produkcja gazu w koksowniach .	576 383 923 m³
Produkcja gazu ziemnego . . .	468 949 000 m³
Ogólna produkcja gazu	1 185 041 635 m³

Prócz gazu wyprodukowano w roku 1934/35 w gazowniach:

koksu	170 851	ton
smoły	14 430	„
siarczanu amonu	351	„
benzolu	838	„
grafitu	39	„
Przerobiono smoły surowej . . .	8 808	„
Zużyto węgla	256 530	„

Obecne rozmieszczenie gazowni, koksowni oraz źródeł gazu ziemnego na obszarze Polski przedstawia rys. 1. Na mapie widzimy, że w województwie pomorskim mamy 19 gazowni, w województwie poznańskim 66, w województwie warszawskim 1, w województwie łódzkim 5, w województwie lubelskim 1, w województwie wileńskim 1, lwowskim 6, krakowskim 6, w kieleckim 2, w śląskim 13, w tarnopolskim 1, w stanisławowskim 3; najwięcej zatem gazowni przypada na województwa zachodnie, podczas gdy cały kraj na wschód od Wisły posiada ich zaledwie kilka. Ogółem zaopatrzonych w gaz jest około 140 miast i osiedli, z czego w województwach krakowskim, lwowskim i stanisławowskim większa część przypada na gaz ziemny.

Liczba gazowni, przetwarzających węgiel, jest stanowczo za mała. Miasta, wycieńczone wojną i długotrwałą odbudową, nie są w stanie budować nowych zakładów przemysłowych, tak że po wojnie zaledwie jedno miasto zdobyło się samo na postawienie nowożytnej gazowni (Radom), a jedno zdecydowało się na udzielenie koncesji na budowę gazowni (Gdynia). Obecnie są w projekcie gazownie w Częstochowie i Toruniu. Duże miasta, jak: Białystok, Przemyśl, Częstochowa, Kielce, Włocławek, Siedlce, Łuck, Grodno, Pabianice, Płock nie posiadają gazowni. Na podstawie szczegółowo przeprowadzonej ankiety, można wziąć pod uwagę około 25 miast, w których by można wybudować gazownie. Zaznaczyć należy, że w Polsce posiadamy 88 miast mniejszych, powyżej 10 000 mieszkańców, które dotąd nie mają gazu.

Budowę oddzielnych gazowni należałoby naprzód przeprowadzić w miastach: Kielce, Przemyśl, Siedlce, Łuck, Włocławek, Białystok, Brześć, Grodno, Nowogródek, Pabianice, Płock, Mława, kosztem około 30 milionów złotych, oraz w 5 zdrojowiskach: Zakopane, Krynica, Szczawnica, Ciechocinek, Rabka, kosztem około 10 milionów zł.

W województwach południowych są cztery główne ośrodki produkcji gazu ziemnego: Borysław, Daszawa, Bitków i Jasło, oraz ostatnio odkryte Żdżary koło Tarnowa.

W r. 1912 wybudowano pierwszy gazociąg z Borysławia do Drohobycza, który nadmiar gazu z tego zagłębia odprowadzał do opału tamtejszych rafineryj; następne rurociągi wybudowano w zagłębiu krośnieńskim, gdy dowiercono się poważnej produkcji gazowej w Męcince obok Krosna. Ustawą z dnia 2 V 1919 r. zostały gazociągi upaństwowione, wówczas Państwo objęło i rozbudowało gazociągi w zagłębiu krośnieńskim. Dzisiaj istnieje tam sieć gazociągów państwowych Iwonicz—Jasło—Gorlice, ogólnej długości około 70 km, które przetłaczają rocznie około 60 milionów m³ gazu. W roku 1933 ukończył „Polmin" rurociąg gazowy 76 km Męcinka—Mościce, który pozwolił na znaczne zwiększenie zasięgu rozsyłki gazu z tego zagłębia. Po odkryciu złoża gazowego w Górkach został wybudowany gazociąg z Górek do Sanoka długości 20 km, tak że obecnie w zagłębiu jasielskim gazociągi państwowe posiadają około 180 km rurociągów.

W Daszawie w r. 1923 wybudowała S. A. „Międzymiastowe Gazociągi" rurociąg z Daszawy do Stryja, gdy zaś w r. 1924 S. A. „Gazolina" otrzymała na szybie „Piłsudczyk" w Daszawie

produkcję gazu 500 m³/minutę, wówczas przedłużono rurociąg ze Stryja do Drohobycza 25 km. W r. 1928 wybudował „Polmin" po dowierceniu produkcji gazowej w Daszawie drugi rurociąg z Daszawy do Drohobycza. W r. 1929 ułożony został rurociąg S. A. „Gazolina" ze Stryja do Lwowa 67 km (z Daszawy 82 km), kosztem 2½ miliona złotych. Siecią rurociągów dalekosiężnych, biegnących z Daszawy w kierunku Stryja, Drohobycza, Borysławia i Lwowa, przetłacza się powyżej 100 milionów m³ gazu ziemnego rocznie. W roku 1935 „Polmin" ułożył gazociąg do Morszyna, gazyfikując w ten sposób drugie zdrojowisko w Polsce. W r. 1936 zbudowała „Gazolina" z Daszawy rurociąg o długości 31 km do Chodorowa, gdzie cukrownia zużywa przeszło 2 000 000 m³ gazu miesięcznie.

Obecnie z funduszów inwestycyjnych przeprowadza „Polmin" budowę gazociągów z zagłębia jasielskiego do tworzącego się przemysłowego okręgu centralnego (Sandomierz, Skarżysko, Radom).

Konsumcja gazu ziemnego dzięki rozbudowie rurociągów dalekosiężnych wzrasta w Polsce z roku na rok i obecnie wynosi ok. ½ miliarda m³ gazu, cyfra ta świadczy o silnie odczuwanej potrzebie opału gazowego, z drugiej zaś strony ilustruje rolę przemysłu gazu ziemnego w gazyfikacji Polski.

Aby postępowi gazyfikacji utorować drogi rozwoju, trzeba przede wszystkim włożyć dużo pracy w należyte rozwiązanie zagadnień technicznych, w gazownictwie bowiem ziemnym wysuwają się obecnie na pierwszy plan zagadnienia racjonalnej budowy rurociągów i instalacyj gazowych, ekonomicznego spalania gazu oraz racjonalnych pomiarów gazowych.

Osobny dział przemysłu gazu ziemnego stanowi przeróbka gazów „mokrych" na gazolinę, której produkcja wynosi 4 000 cystern wartości około 16 milionów złotych. Pierwszą fabryką gazoliny w Europie była gazoliniarnia w Borysławiu, wybudowana wedle projektu inż. Szymańskiego.

Ostatnią zdobyczą przemysłu gazu ziemnego w Polsce jest produkcja płynnego gazu ziemnego, tzw. gazolu, który jest skroploną mieszaniną propanu i butanu ze znaczną przewagą propanu. Gazol produkuje S. A. „Gazolina". Koncern „Małopolska" wytwarza podobny produkt pod nazwą eteryny. Łączna produkcja wynosi około 50 cystern miesięcznie.

Dalszym źródłem gazu są koksownie.

Górny Śląsk posiada 9 koksowni o produkcji rocznej ok. 600 milionów m³ gazu. Położenie tych koksowni jest bardzo korzystne, gdyż wszystkie znajdują się na zachodzie Górnego Śląska, a koksownie: „Wolfgang" (Ruda), „Dębieńsko" (Czerwionka), „Knurów" (Knurów), „Emma" (Radlin), wykazujące poważniejszą nadprodukcję gazu, leżą na linii przebiegającej z północnego wschodu na południowy zachód. Jeśli uwzględnimy, że całe województwo śląskie liczy około 1 200 000 mieszkańców, a z tego połowa nie ma możności korzystania z gazu, mimo że 13 gazowni (wraz z Cieszynem) dostarcza 12 milionów m³ gazu, to przy odpowiedniej propagandzie i rozprowadzeniu rurociągów, zużycie gazu z koksowni doszłoby do 24 milionów m³. Zagłębie Dąbrowskie o charakterze również przemysłowym nie posiada ani jednej gazowni przy zaludnieniu 250 000 mieszkańców, czyli że dla tej części kraju, przyjmując ten sam stosunek zużycia gazu, możemy liczyć na dalszych 6 milionów m³ gazu.

Zgazyfikowanie Górnego Śląska i zagłębi węglowych można by wedle projektu inż. Dalbora i projektu inż. J. Konopki przeprowadzić tak, że gaz z koksowni „Wolfgang" przechodziłby rurociągami przez Rudę, Czeladź, Będzin, Dąbrowę Górniczą, z odnogą w Rudzie do Chorzowa (dawn. Król. Huty) i w Będzinie do Sosnowca i Mysłowic, długości około 45 km. Byłby to pierwszy okres budowy, w drugim okresie budowy przedłużonoby rurociągi przez Ząbkowice, Zawiercie, Myszków do Częstochowy, długości około 73 km. Rurociąg ten przechodziłby przez okolicę bardzo gęsto zamieszkałą i uprzemysłowioną (19 miast i osiedli). Druga linia odgałęziałaby się od pierwszej linii w Mysłowicach przez Jaworzno, Chrzanów, Trzebinię, Krzeszowice do Krakowa, długości około 90 km; teren ten jest podobnie uprzemysłowiony jak poprzedni, zużyłby około 40 milionów m³ gazu rocznie. W dalszych okresach budowy należałoby przewidzieć odnogę z Chrzanowa do Oświęcimia, a z Jaworzna odnogę 7 km do Szczakowej; w następnych okresach budowy należy przewidzieć przedłużenie tej linii przez Bochnię, Okocim, Brzesko, Słotwinę do Tarnowa, razem około 56 km. Trzecia linia gazociągu przechodziłaby z koksowni w Knurowie przez Mikołów, Tychy do Pszczyny, celem zasilenia gazowni tam istniejących, które są już u kresu swej wydajności; roczne zapotrzebowanie obliczone jest na

około 25 milionów m³. Należy też wziąć pod uwagę przedłużenie tej linii o 22 km przez Dziedzice, Czechowice do Białej i Bielska, Żywca oraz odnogę do Cieszyna 41 km. Na wyżej podanych gazociągach w 53 większych miastach i osiedlach zapotrzebowanie gazu z koksowni wynosiłoby rocznie około 125 milionów m³.

Starania Król. Huckiej Gazowni i jej dyrektora inż. Dalbora miały doprowadzić do formalnych umów z miastami Będzinem i Sosnowcem na dostawę gazu z koksowni „Wolfgang" z Rudy Śląskiej hr. Ballenstrema na okres 40-letni. Długość rurociągów dalekosiężnych wynosić miała 48 kilometrów, zaś długość nowych rurociągów ulicznych w miastach 43 kilometry, razem około 100 kilometrów. Koszt tych obydwóch rurociągów projektowano na 8,5 miliona złotych. Projekt tego rurociągu przedstawiony jest na rys. 2.

Mimo zawartej prowizorycznej umowy z grupą amerykańską Klopstocka, a potem z grupą francuską, plan założenia gazociągów nie został dotąd zrealizowany.

Możliwości rozwoju ugazowienia kraju przy pomocy gazu ziemnego opierają się obecnie na produkcji 6 szybów na fałdzie Potok—Roztoki koło Jasła o ciśnieniu 114 at, 3 szybów fałdu Strachociny—Górki o ciśnieniu 100 at, 12 szybów (20 otworów) Daszawy o ciśnieniu 63 at i 6 szybów z tzw. Bitkowskiej łuski gazowej o ciśnieniu 160 at. Wedle ustawy z r. 1919 Państwo ma wyłączne prawo zakładania gazociągów, a więc może mieć wpływ na gospodarkę energią cieplną w całym kraju. Przemysł zobowiązany jest oddawać całą nadwyżkę niepotrzebnego mu do własnych potrzeb gazu — państwowym gazociągom, które dostarczają go odbiorcom.

Jeśli chodzi o zasoby gazu ziemnego i możliwości produkcyjne, miarodajne są następujące liczby:

1) Na terenach Daszawy zasoby wynoszą 20 miliardów m³, dopuszczalna produkcja (10%) — 700 m³/minutę, obecna produkcja 350 m³/minutę, możliwa dalsza produkcja 350 m³/minutę.
2) W okręgu jasielskim (Roztoki, Sądkowa) obliczają zasoby na 5 miliardów m³, dopuszczalna produkcja (20%) — 700 m³/minutę, obecna produkcja 200 m³/minutę, możliwa dalsza produkcja 500 m³/minutę.
3) Na terenach Strachociny—Górki obliczają zasoby na 1 miliard m³, zasoby gazu na terenach w Rypnie, Kałuszu i Bitkowie są jeszcze nieznane.

Rozbudowa gazociągów gazu ziemnego winna by objąć w I okresie odcinki: Bitków—Daszawa 90 km, Daszawa—Warszawa 500 km, Tarnów—Radom 160 km, Tarnów—Kraków 80 km, Kraków—Częstochowa 100 km, Częstochowa—Łódź 120 km, razem 1 050 km. W II okresie należałoby przeprowadzić dalsze rurociągi gazu ziemnego na przestrzeniach: Lwów — Przemyśl — Jarosław — Rzeszów — Tarnów 230 km, Lwów — Chodorów — Stanisławów — Kołomyja 195 km, Lwów — Przemyśl — Jarosław — Rozwadów — Lublin — Warszawa 486 km, Warszawa — Łódź 140 km, Tarnów — Kielce — Radom — Warszawa 290 km, Kielce — Skarżysko — Starachowice 86 km, Drohobycz — Sambor — Chyrów — Zagórz — Sanok 148 km, Gorlice — Krynica 35 km, razem 1 610 km.

Podstawowym warunkiem tych inwestycyj w budowie gazociągów powinna być opłacalność każdego poszczególnego projektu gazociągowego. Dla spełnienia tego warunku koszty inwestycji powinny umożliwić cenę gazu loco konsument nie wyższą od paliwa konkurencyjnego. W tym celu każdy większy projekt gazociągowy należy przed jego realizacją poddać szczegółowej analizie kalkulacyjnej, wówczas zainteresują się kapitały krajowe, a gdyby to okazało się niemożliwe, to należy dopuścić ostatecznie kapitał zagraniczny pod warunkiem, że użyty będzie polski inżynier i robotnik, a wszystkie materiały i urządzenia będą pochodzenia krajowego.

Przede wszystkim jednak nieodzowny jest plan gazyfikacji kraju, szczegółowo opracowany i ściśle określający, w których miejscowościach budować gazownie, gdzie doprowadzać gaz ziemny, a gdzie gaz z koksowni i jakie stworzyć rezerwy ze względu na bezpieczeństwo w dostawie gazu.

W normalnych warunkach należy traktować gaz ziemny jako lokalne paliwo, przeznaczone dla zaspokojenia potrzeb przemysłu naftowego i solnego, oraz potrzeb elektryfikacji tej części Małopolski, która przylega do terenów gazowych. W momentach wyjątkowych, a mianowicie w razie przerwania dowozu węgla z kopalń, które są niestety położone na krańcu Polski najbardziej zagrożonym, gaz ziemny winien być wyzyskany jako rezerwa energetyczna dla obronnego ośrodka Państwa. Nadaje się on najlepiej do tego celu, ponieważ w takich momentach produkcja pól gazowych da się zwiększyć na pewien okres. Roczne

zapotrzebowanie energii elektrycznej wchodzących w grę okręgów: warszawskiego, radomskiego i tarnowskiego wynosi około 300 milionów kWh, przeciętnie 840 tysięcy kWh/dobę, wytworzenie tej energii wymaga zużycia około 340 m³ gazu na minutę. Ilość ta może być dostarczona przez obydwa zagłębia (daszawskie i jasielskie) razem, poza pokryciem normalnego zapotrzebowania. Gazyfikacja tych okręgów pozwoliłaby na wszechstronniejsze wykorzystanie i dałaby możność wyzyskania istniejących urządzeń maszynowych, a poza tym ułatwiłaby na tym terenie ostatnio u nas podjętą akcję oddymiania miast i ośrodków fabrycznych. Samo zagadnienie stworzenia rezerwy energetycznej dla ośrodków przemysłu obronnego stało się w obecnych stosunkach międzynarodowych koniecznością państwową.

Gaz ziemny jako surowiec do przeróbki chemicznej, zapoczątkowanej na razie w Polsce sposobem laboratoryjnym, dostarczyć może przede wszystkim wodoru. Proces ten może mieć szerokie zastosowanie w gazowniach korzystających z gazu ziemnego (produkcja fabryczna gazu niskokalorycznego), rafineriach (hydrowanie), do syntezy amoniaku, syntezy benzyny. Również próby nad chlorowaniem gazolu dały pozytywny rezultat, otrzymano bowiem bardzo dobre rozpuszczalniki. Obok wymienionych mieszanek wodorowych uzyskać będzie można przy przeróbce chemicznej gazu ziemnego przez chlorowanie, utlenienie i pirogenezę szereg produktów, jak: czterochlorek węgla, chloroform, alkohole, estry, barwiki, formaldehyd, benzol, benzynę sztuczną, syntol, metanol. Istniejąca u nas od 17 lat produkcja sadzy z gazu ziemnego winna być na nowo podjęta, wobec technicznego udoskonalenia przeróbki (z 1 m³ — 2 g). Na zrealizowanie potrzebnych inwestycyj powinny się znaleźć środki, mimo przejściowej ciężkiej sytuacji gospodarczej.

Otrzymywanie gazu z węgla brunatnego i z torfu jest problemem nader aktualnym wobec licznych pokładów, wymaga jednak szczegółowego opracowania złóż tych surowców i sposobu destylacji w wysokich i średnich temperaturach.

Kończąc referat, którego celem było zorientowanie się do pewnego stopnia w zadaniach i rozmiarach zagadnień gazyfikacji Polski, z całym naciskiem stwierdzić należy:

Gazownictwo stanowi jeden z głównych działów energetyki, w dziale tym powinny być w dalszym ciągu przemyślane środki, prowadzące do jak najściślejszej współpracy intelektualnej na terenie: Chemicznego Instytutu Badawczego, Stowarzyszenia Polskich Inżynierów Przemysłu Naftowego, Laboratorium Maszynowego Politechniki Lwowskiej, Mechanicznej Stacji Doświadczalnej we Lwowie, Instytutu Gazowego we Lwowie, Polskiego Zrzeszenia Gazowników, Wodociągowców i Techników Sanitarnych, Polskiego Komitetu Energetycznego, Stowarzyszenia Dozoru Kotłów, Związku Koksowni. Prace powyższych instytucyj winny być skoordynowane w specjalnym instytucie, który by obejmował całość zagadnień gazyfikacji.

Celowo przeprowadzona gazyfikacja gazami pochodzącymi z gazowni, z koksowni, z zagłębi gazowych oraz z innych surowców (węgiel brunatny, torf) będzie miała doniosłe znaczenie dla szybkiego rozwoju gazownictwa i przemysłu gazowniczego, z powiększeniem bowiem konsumcji gazu w przemyśle wiąże się potanienie ceny gazu, a w związku z tym potanienie produkcji rozmaitych materiałów.

Wychodząc z założenia, że rządy silnych państw popierają rozwój gazyfikacji na równi z elektryfikacją, w dobrze zrozumianym interesie państwowym, wedle zasady, że silnie rozwinięte gazownictwo stoi w prostym stosunku do rozwoju przemysłu, stawiam wniosek, aby Zjazd uchwalił następującą rezolucję:

„XIX Zjazd Gazowników, Wodociągowców i Techników Sanitarnych stwierdzając, że podstawą rozwoju uprzemysłowienia kraju jest racjonalne wykorzystanie naturalnych zasobów energetycznych:

1) Apeluje o jak najściślejszą współpracę wszystkich przedsiębiorstw i czynników zainteresowanych w gospodarce energetycznej, celem opracowania problemu ugazowienia całego kraju, który uwzględni gaz węglowy, koksowniczy, ziemny, oraz z surowców zastępczych, z planem ich współpracy i kalkulacją opłacalności zamierzonych inwestycyj.
2) Uważa, że problem gazyfikacji i elektryfikacji powinny być traktowane jako czynniki uzupełniające się w gospodarce energetycznej.
3) Zwraca się do Rządu z prośbą, by postulaty związane z gazyfikacją kraju były popierane w odnośnych resortach gospodarczych."



Rys. 1. Mapa gazowni i gazociągów dalekosiężnych w Polsce.



Rys. 2. Projekt gazociągów z koksowni na Górnym Śląsku (wg inż. Dalbora).

Inż. TADEUSZ KIELANOWSKI

Porównanie i charakterystyka rezultatów oczyszczania wody z Wisły w Wodociągach Warszawy i Krakowa.

Zachętą do niniejszego zestawienia była praca, zamieszczona w „Gaz, Woda i Technika Sanitarna" (nr 5, r. XVII) p. t.: „Sprawozdanie z badań nad oczyszczaniem wody dokonanych w Pracowni Stacji Filtrów w r. 1934" (w Warszawie), a powtórzona w księdze wydanej z okazji 50-lecia Wodociągów i Kanalizacji m. st. Warszawy. Ze względu na interesujące porównania wyników oczyszczania wody z tej samej rzeki, lecz pobieranej w miejscach odległych od siebie o kilkaset kilometrów, a przede wszystkim ze względu na zastosowanie do oczyszczania zupełnie odrębnych metod, szereg przytoczonych tu zestawień może być ciekawym dokumentem.

Jak wiemy, woda Wodociągu Warszawskiego jest wodą z Wisły. Woda po przejściu przez osadnik zostaje poddana filtracji na filtrach pośpiesznych otwartych, następnie na filtrach powolnych, a wreszcie jest chlorowana. Taki system oczyszczania wody daje niewątpliwie bardzo dobre rezultaty, wodę otrzymuje się zupełnie smaczną (choć za ciepłą w lecie) i zupełnie odpowiadającą naszym normom dla wód pitnych.

Wodociąg Krakowski oparty jest na zupełnie innej zasadzie. Rozwiązanie to zresztą nie było na początku istnienia tego Wodociągu planowane, lecz nasunęło się w miarę wzrostu zapotrzebowania na wodę. Nie będę opisywał szczegółowo urządzeń Wodociągu Krakowskiego, wymagałoby to osobnej i obszernej pracy, nadmienię tylko pokrótce, że zasadą przerabiania wody rzecznej jest tu tzw. system sztucznej wody gruntowej; równolegle do koryta Wisły, na lewym jej brzegu, położone są dwa szeregi studzien, jeden w odległości od niej ok. 60 m, drugi ok. 160 m; między tymi dwoma szeregami studzien znajdują się specjalne otwarte baseny-filtry, każdy o pow. kilka do kilkanaście tys. m²; te baseny-filtry nawadniają sztucznie teren wodą doprowadzaną pompami z Wisły; studnie zatem otrzymują wodę częściowo bezpośrednio z koryta Wisły infiltracją przez brzeg, a poza tym i przede wszystkim z infiltracji na basenach-filtrach. Zarówno w dnie i brzegu Wisły, jak i na otwartych filtrach zachodzą mechaniczne i biologiczne procesy filtracyjne, które prowadzą do oczyszczania się wody rzecznej. Filtracja na tych basenach w czasie ich normalnego ruchu przypomina działaniem filtry powolne, różnica polega na tym, że wodę odbiera nie specjalny drenaż, ale odległe o kilkadziesiąt metrów od filtrów studnie, poza tym że filtry te dla oczyszczenia osusza się całkowicie. Szybkość filtracji na tych basenach odpowiada mniej więcej filtrom powolnym i wynosi ok. 50 ÷ 80 mm/godz. W obecnym stanie filtry zasilane są bezpośrednio wodą pompowaną z Wisły, bowiem osadnik, a zarazem zbiornik wody surowej jest jeszcze w budowie.

Dla porównania warunków działania urządzeń dla oczyszczania wody w Krakowie i Warszawie, należy przede wszystkim zapoznać się z charakterystyką wody w Wiśle w obrębie tych miast. Zestawienie w tablicy I danych opublikowanych dla Wodociągu Warszawskiego i danych Pracowni Badawczej Wodociągu Krakowskiego uwidacznia dość wyraźną różnicę w składzie wody z tych dwóch, co prawda odległych od siebie punktów poboru, lecz bądź co bądź z tej samej rzeki — Wisły.

Wisła pod Krakowem posiada w pewnym stopniu charakter rzeki górskiej. Charakter taki teoretycznie gwarantowałby większą jej czystość, niż tego możnaby się było spodziewać w jej średnim biegu. Tak niestety nie jest. Woda z Wisły w pobliżu Krakowa (oczywiście przed ujściem ścieków miejskich) jest znacznie bardziej zanieczyszczona niż woda z Wisły pod Warszawą. Przyczyną tego jest bliskość okręgu przemysłowego, który oddaje częściowo swe ścieki do dopływów Wisły. Ścieki te, o charakterze zarówno wód przemysłowych, kopalnianych, czy normalnych ścieków z osiedli, powodują wybitne pogorszenie się wody w Wiśle, przede wszystkim oczywiście w okresach niskiego stanu jej wód. Odległość około stu km od źródeł tych zanieczyszczeń tylko w części zapewnia, że samoczynne chemiczne i biologiczne procesy oczyszczające dają poprawę jakości wody rzecznej. Oczywiście nie może się to już zupełnie odnosić do tych zanieczyszczeń, jak twardość, chlorki, siarczany itd., które pod wpływem procesów samooczyszczania nie ulegają większym zmianom. Ana-

Tablica I. — Średnie miesięczne i roczne wyniki analiz wody wiślanej.

Miesiące w r. 1934		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Średnie roczne
Wisła pod Krakowem	Barwa	22	19	16	22	28	27	32	31	35	32	28	27	26
„ „ Warszawą	(dla Krakowa z r. 1936)	15	23	34	21	18	16	26	32	32	25	28	32	25
Wisła pod Krakowem	Temperatura °C	2	1,5	6 7	14,1	16,8	19,9	19,4	17,7	16,0	11,7	6,0	4,1	11,3
„ „ Warszawą		0,7	0,4	2,4	11,8	17,1	18,1	18,8	19,6	16,5	10,9	5,5	2,7	10,3
Wisła pod Krakowem	Odczyn p_H	7,3	7,4	7,5	7,5	7,5	7 5	7,4	7,4	7,2	7,4	7,4	7,4	7,4
„ „ Warszawą		7,4	7,5	7,6	8,2	8,2	8,2	7,9	8,1	7,9	8,0	7,8	7,7	7,9
Wisła pod Krakowem	Wolny CO_2 w mg/l	5,3	5,2	3,8	5,1	6,3	5 3	5,4	5 6	6,7	6 2	6,0	7,2	5,6
„ „ Warszawą		6,7	6,4	2,3	0,0	0,0	0,0	0,9	0,0	0,6	0,0	0,9	1,3	1,6
Wisła pod Krakowem	Tlen (O_2) w mg/l	12,7	11,7	9,8	7,6	6,7	7,3	7,4	6,6	8,6	8,7	7,7	11,4	8,8
„ „ Warszawą		10,1	11,6	11,8	10,8	8,6	8,8	7,4	8,5	9,3	10,2	10,4	11,7	9,9
Wisła pod Krakowem	Nasycenie tlenem w %	93 8	90 1	82,9	80,5	68 8	80,5	84,9	74,3	72,4	81,8	84,6	88,4	73 5
„ „ Warszawą		71,0	79,0	86,0	98,0	91,0	93,0	80,0	92,0	97,0	92,0	82,0	86,0	87,0
Wisła pod Krakowem	Zawiesina w mg/l			20,7	12,4	4 5	37,9	44,9	25,5	155 3	92,5	31,7	18,1	44 3
„ „ Warszawą		22,3	10,8	87,2	26,4	19,9	21,6	112,0	77,0	72,3	49,4	37,9	52,5	49,1
Wisła pod Krakowem	Chlorki (Cl) w mg/l	68,2	50,4	26,6	55,3	100 6	61,3	25,4	29,8	30,1	31,3	31,0	41,4	45,9
„ „ Warszawą		18,5	16,9	9,8	16,4	20,6	24,1	9,0	10,1	9,7	13,5	12,9	10,8	14,4
Wisła pod Krakowem	Amoniak (NH_3) w mg/l	0,75	0,81	0,35	0,45	0,36	0,37	0,53	0,37	0,14	0,10	0,21	0,36	0,40
„ „ Warszawą		0,13	0,13	0,03	ślad	0,00	0,00	0,05	ślad	0,00	0,00	ślad	ślad	0,02
Wisła pod Krakowem	Azotany (N_2O_5) w mg/l	1,5	2,3	1,8	3,1	4,5	6,7	5,4	4,4	5,3	5,4	6,2	6,9	4,4
„ „ Warszawą		2,2	2,9	1,7	0,5	0,0	0,2	0,8	0,8	1,4	1,2	2,1	1,1	1,2
Wisła pod Krakowem	Zużycie $KMnO_4$ w mg/l	22,5	20,5	16,9	19,9	23,0	28,4	25,0	27,3	31 8	32,9	24,0	22,6	24 5
„ „ Warszawą		13,9	15,5	18,2	14,9	15,5	14,6	19,0	26,1	22,7	18,9	22,0	24,0	18,8
Wisła pod Krakowem	Żelazo (Fe) w mg/l	0,6	0,6	0,4	0,5	0,4	0 3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0 3	0,4
„ „ Warszawą		0,6	0,7	2,5	0,9	0,7	0,4	2,8	3,2	3,0	1,7	1,7	2,5	1,7
Wisła pod Krakowem	Twardość ogólna w stop. niem.	12,1	10 7	7,7	11,7	16,0	10,6	8,6	8,9	8,9	9,4	8,7	9,7	10,2
„ „ Warszawą		11,9	10,7	8,5	11,0	10,8	10,4	7,6	9,8	9,8	10,0	9,5	8,8	9,8
Wisła pod Krakowem	Twardość przemijająca w stop. niem.	5,8	5,1	4,2	6,2	7,4	6,7	5,0	6,2	5,7	5,5	6,0	4,4	5,6
„ „ Warszawą		10,7	9,7	7,0	9,4	9,3	9,0	6,8	9,1	8,7	9,0	8,5	7,8	8,7

lizując zestawienia z tablic I i II można stwierdzić, że woda w Wiśle pod Krakowem, w stosunku do Warszawy, ma nieco równomierniejszą temperaturę w ciągu roku, mniej więcej tę samą barwę, niższą wielkość p_H, co ma związek z wyższą zawartością CO_2. Poza tym w Krakowie Wisła ma niższe nasycenie tlenem, znacznie więcej amoniaku, wyższą utlenialność, znacznie większą zawartość chlorków, wreszcie kilkakrotnie więcej bakteryj w 1 cm³ wody.

Jak widzimy z analizy porównań obu tych wód, Wodociąg Krakowski jest w gorszym położeniu, dysponuje bowiem mniej odpowiednim materiałem do przeróbki na wodę do picia.

Porównanie rezultatów oczyszczania tych dwóch różnych wód, różnymi metodami, podaje nam zestawienie w tablicy II i III.

Jak tu widzimy, metoda sztucznej wody gruntowej, zastosowana w Wodociągu Krakowskim jako sposób przeróbki wody rzecznej, daje na ogół znacznie lepsze rezultaty. Na basenach - filtrach, dzięki większej odległości odbiornika tj. studzien od filtru, procesy mineralizacji zanieczyszczeń organicznych wody rzecznej postępują znacznie dalej, tak że z wody o wysokiej, wyższej niż w Wiśle pod Warszawą, utlenialności otrzymuje się wodę lepszą — zawierającą mniej substancyj organicznych. Temperatura wody wodociągowej przy tym sposobie jest bardziej wyrównana, nie obserwuje się zupełnie większych skoków; temperatura ta w lecie jest niższa od temperatury wody rzecznej, jak również wody wodociągowej w Warszawie. Znaczną różnicę wykazuje barwa wody: dla wody rzecznej jest ona w obu wypadkach, Krakowa i Warszawy, prawie jednakowa, dla wody zaś wodociągowej znacznie lepiej przedstawia się w Wodociągu Krakowskim. Te dwie ostatnie cechy, tj. temperatura wody latem i jej barwa, mają poważne znaczenie dla oceny wody wodociągowej przez konsumenta, jakkolwiek oczywiście nie zawsze pokrywa się to z istotną wartością danej wody.

Jak nadmieniłem, procesy utleniające, które występują przy oczyszczaniu wody rzecznej w Krakowie, zachodzą znacznie dalej, niż to ma miejsce na filtrach pośpiesznych i powolnych Wodociągu Warszawskiego, pociąga to za sobą oczywiście z jednej strony zmniejszenie się w wodzie Wodociągu Krakowskiego zawartości tlenu w stosunku do ilości obecnej w Wiśle; z drugiej strony

Tablica II. — Średnie miesięczne i roczne ilości bakteryj w 1 cm³ wody (z posiewu na żelatynie).

Miesiące w r. 1934	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Średnie roczne	Ilość bakteryj w stos. do Wisły %
Wisła pod Krakowem	10 366	11 043	23 314	14 737	8 157	28 320	50 838	61 008	40 784	63 018	52 074	50 433	34 507	100
„ Warszawą	7 504	21 834	13 428	520	304	473	2850	2 333	2 600	3 160	10 573	18 985	7 047	100
Woda niechlorowana Kraków . .	55	50	32	16	48	70	123	80	70	52	33	28	54	0,15
„ „ Warszawa .	10	17	24	7	6	5	6	7	6	7	15	12	10	0,14
Woda czysta (chlor.) Kraków . .	4	3	1	7	2	1	5	1	1	1	2	1	2	0,005
„ „ „ Warszawa .	3	4	9	6	4	4	3	3	5	4	5	4	5	0,09

Tablica III. — Średnie miesięczne i roczne wyniki analiz wody wodociągowej.

Miesiące w r. 1934		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Średnie roczne
Woda wodoc. Kraków	Barwa (dla Krakowa z r. 1936)	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
„ „ Warszawa		10	11	14	14	15	10	12	15	17	13	11	13	13
Woda wodoc. Kraków	Temperatura °C	5,1	4,9	4,9	7,7	14,0	17,1	17,9	18,0	17,8	15,1	11,2	8,8	11,8
„ „ Warszawa		0,8	0,7	4,5	9,9	17,4	18,1	20,0	19,7	18,2	12,8	7,1	3,7	11,0
Woda wodoc. Kraków	Odczyn p_H	7,3	7,0	7,0	7,0	7,0	7,1	7,1	7,0	6,7	7,0	7.0	6,9	7,0
„ „ Warszawa		7,4	7,4	7,5	7,6	7,5	7,5	7,3	7,1	7,4	7,6	7,5	7,5	7,4
Woda wodoc. Kraków	Wolny CO_2 w mg/l	18,6	18,8	17,1	15,2	18,7	17,6	19,1	20,1	20,2	22,4	19,4	20,0	18,9
„ „ Warszawa		8,1	8,8	3,7	2,0	3,6	3,8	6,9	5,6	4,4	2,4	3,1	3,2	4,6
Woda wodoc. Kraków	Tlen (O_2) w mg/l	7,0	6,7	7,0	5,8	4,9	5,5	5,5	3,3	4,6	5,6	5,5	6,9	5,6
„ „ Warszawa		11,2	11,6	11,1	9,3	6,9	7,3	2,5	5,0	6,9	8,8	10,0	11,7	8,5
Woda wodoc. Kraków	Nasycenie tlenem w %	57,2	49,0	56,5	50,4	48,8	58,6	55,0	35,8	50.2	54,4	50,8	59,3	52.1
„ „ Warszawa		78,0	81,0	85,0	84,0	72,0	78,0	28,0	55,0	73,0	82,0	83,0	89,0	74,0
Woda wodoc. Kraków	Chlorki (Cl) w mg/l	61,8	61,9	38,3	49,6	89,4	97,4	50,5	33,7	29,7	37,0	35.3	31,0	51,3
„ „ Warszawa		18,6	17,4	11,3	14,5	20,5	23,3	12 2	10,2	10.1	13,8	12,9	11,0	14,6
Woda wodoc. Kraków	Azotany (N_2O_5) w mg/l	1,8	2,9	2,6	3,5	3,9	7,4	6,4	5,6	5,6	6,8	8,0	7,5	5,1
„ „ Warszawa		2,2	2,8	1,9	1,1	0,3	0,7	2,1	1,1	1,1	1,2	2,8	1,7	1,5
Woda wodoc. Kraków	Zużycie KMn O_4 w mg/l	8,8	9,9	8,4	7,6	8,9	9,8	8,9	8,3	8,6	8,4	9,1	8,6	8,7
„ „ Warszawa		10,0	10,8	11,5	10,1	8,5	8,4	9,5	13,2	15,2	12,8	13,4	15,0	11,5
Woda wodoc. Kraków	Twardość ogólna (w stop. niem.)	13,7	12,9	10,5	10,3	14,3	14,6	10,6	10,1	10,5	10,8	10,0	10,0	11,5
„ „ Warszawa		12,0	11,3	9,0	10,9	10,8	10,4	8,4	9,3	9,5	10,5	10,2	9,1	10,1
Woda wodoc. Kraków	Twardość przemijająca (w stop. niem.)	6,4	6,1	6,0	5,8	6,7	6,9	6,2	6,4	6,0	6,7	6,2	6,2	6,3
„ „ Warszawa		10,6	9,5	7,4	9,2	9,4	9,2	7,4	8,6	8,6	9,5	8,8	8,0	8,8

jako rezultat utlenienia powstaje w wodzie duża ilość dwutlenku węgla, a co za tym idzie obniża się p_H. To zjawisko ma już poważne konsekwencje dla Wodociągu Krakowskiego, mianowicie woda nabiera bardzo wyraźnych cech nagryzających, fakt ten w rezultacie prowadzi do niszczenia sieci Wodociągu Krakowskiego [1]. To ujemne zjawisko zostanie całkowicie rozwiązane przez będące już w budowie urządzenie do odkwaszania wody.

Wracając do porównania obu wód wodociągowych, stwierdzić należy, że system warszawski zapewnia jednak, iż woda wodociągowa przed chlorowaniem jest pod względem bakteryjnym lepsza, niż analogiczna woda w Krakowie.

Filtry powolne w Warszawie, wraz ze wstępną filtracją na filtrach pośpiesznych dają już wodę właściwie dobrą, nawet bez chlorowania. Ilość bakteryj po filtrach powolnych utrzymuje się na ogół równomiernie w ciągu całego roku, nie przekracza 20 do 30 w 1 cm^3 wody. To zjawisko związane jest ściśle z charakterem procesu, który poza pewnymi wyjątkowymi wypadkami, nie podlega zaburzeniom. Inaczej natomiast sprawa przedstawia się w Krakowie. Procesy filtracji, zachodzące czy to w dnie i brzegu Wisły, czy też na otwartym filtrze, nie mają cechy równomierności. Wahania poziomu wody w Wiśle, a przede wszystkim raptowne przybory powodują wtargnięcie do studzien wody, która przechodzi przez wyschnięty i spękany grunt, a zatem może zawierać i zawiera niejednokrotnie większe ilości bakteryj. Uruchomienie filtru, który szereg tygodni był wysuszony i nasłoneczniony, a zatem wyjałowiony z życia biologicznego, prowadzi również do okresowego pogorszenia się wody, bowiem nie ma tu możności, jak to ma miejsce na filtrach powolnych, usunięcia pierwszych nie dość czystych partyj wody.

Jakkolwiek opisane i inne jeszcze zjawiska nie odbijają się na ogół na fizycznych czy chemicznych własnościach wody, jednak mają wpływ na jej skład bakteryjny. Niezależnie jednak, rozpatrując z tablicy II zestawienia bakteriologiczne wód rzecznych niechlorowanych i chlorowanych w Krakowie i Warszawie [2], można zauważyć, jak to wynika z rubryki ostatniej „Stosunek do wody wiślanej w %", że w ostatecznym rezultacie procentowo redukcja ilości bakteryj, czy to na filtrach w Warszawie, czy na urządzeniach krakowskich (bez chlorowania!), jest identyczna. W bezwzględnych jednak cyfrach, wobec znacznie większego zanieczyszczenia Wisły, ilość bakteryj w wodzie niechlorowanej jest w Krakowie przeciętnie wyższa niż w Warszawie. Z tych względów, o ile chlorowanie wody w Warszawie stanowi jedynie dodatkowy czynnik bezpieczeństwa higieny wody, to w Krakowie jest ono ważnym i koniecznym uzupełnieniem procesu oczyszczania.

W zestawieniach opublikowanych przez Wodociąg Warszawski brak niestety b. ciekawych danych, co do obecności bakteryj w wodzie, w obrębie sieci wodociągowej. Ta kwestia stanowi w Krakowie b. poważne zagadnienie, które dopiero na drodze zastosowania specjalnej metody odkażania zostało rozwiązane [3].

Kończąc stwierdzić można, że system sztucznej wody gruntowej, zastosowany w Krakowie i uzupełniony dodatkowymi procesami technologicznymi, jak odkwaszanie i chloraminowanie, umożliwia otrzymanie dobrej wody wodociągowej, która swoim składem jest co najmniej równa wodzie otrzymanej z surowca lepszego i na najbardziej nowoczesnym urządzeniu, jakim dysponują Wodociągi m. Warszawy.

---

[1] Problem ten opisałem w art. p. t.: "Woda korozyjna i jej znaczenie w gospodarce wodociągu". *Gaz i Woda*, **16**, 364 (1936).

[2] W zestawieniach tych brak danych dla analiz na b. coli. Wynika to z faktu, że system pobierania i posiewu prób w obu wodociągach był nieco inny i że nie nadaje się do sporządzenia tabeli. Na ogół stwierdzić można, że woda niechlorowana w Wodociągu Krak. zawiera b. coli przeważnie w 50, czasem w 10 cm^3, rzadko poniżej i że istnieją tu duże wahania związane ściśle z wahaniami ilości bakteryj. W wodzie czystej, chlorowanej z reguły w próbce 100 cm^3 b. coli nie stwierdzono.

[3] Inż. T. Kielanowski: "O chlorowaniu i chloraminowaniu wód wodociągowych". *Gaz, Woda i Technika Sanitarna*, **17**, 68 (1937).

Inż. JÓZEFA CZAPLICKA

Teoretyczne zasady gazowego oświetlenia publicznego.

Referat ten został opracowany na życzenie Komisji Oświetleniowej Związku Gospodarczego Gazowni i Zakładów Wodociągowych w P. P. — jako materiał dyskusyjny dla ustalenia wytycznych gazowego oświetlenia publicznego.

Komisja Oświetleniowa uprasza wszystkich Kolegów o nadsyłanie swych uwag w tej sprawie na ręce przewodniczącego p. inż. Antoniego Dziurzyńskiego, dyrektora Gazowni Miejskiej w Poznaniu (Poznań, Grobla 15).

Wymagania, stawiane nowoczesnemu oświetleniu ulic, wzrastają ciągle. Obok wymagań architektonicznych, estetycznych itp., na pierwszy plan wybijają się wymagania gospodarcze oraz fizykalne, związane ściśle z celowością oświetlenia, jak: jasność średnia i minimalna, równomierność jasności, jaskrawość. Wymagania gospodarcze i fizykalne wyróżniają się spośród ogółu wymagań oświetleniowych zasadniczo tym, że są łatwo uchwytne, dają się bowiem ująć w wartości liczbowe. Rozpoczęcie zatem prac Komisji Oświetleniowej od tych właśnie wymagań znajduje pełne uzasadnienie.

Dla operowania wartościami liczbowymi niezbędne jest przede wszystkim ustalenie pojęć i jednostek miar.

Podstawowe pojęcia i jednostki miar, stosowane w technice oświetleniowej, są następujące:

Pojęcie nazwa	znak	Jednostka nazwa	skrót	wartość
a) Strumień świetlny	F	lumen	lum	1 lum
b) Światłość	I	świeca międzynar.	bd	$1\ \text{lum} \cdot \text{srd}^{-1}$
c) Jaskrawość	B	lambert	la	$1\ \text{bd} \cdot \text{cm}^{-2}$
d) Sprawność świetlna	η			
e) Ilość światła	Q	lumengodzina	lumh	
f) Jasność	E	luks	lux	$1\ \text{lum} \cdot \text{m}^{-2}$

Tabelka ta jest zgodna z P. N. o-110 Jednostki miar i P. N. o-113 Oznaczanie najważniejszych wielkości fizycznych.

Pojęcia *a — e* odnoszą się do źródeł światła, ostatnie tj. jasność do powierzchni oświetlonej.

a) Strumień świetlny (znak polski F, znak międzynarodowy Φ) jest to całkowita ilość energii świetlnej, wysyłanej w przestrzeń ze źródła w jednostce czasu.

Jednostką strumienia świetlnego jest lumen, czyli ilość energii świetlnej, wysyłanej w ciągu 1 sek, w jednostce kąta bryłowego [1], ze źródła o jednostajnej światłości we wszystkich kierunkach, wynoszącej 1 świecę międzynarodową. Polska norma przewiduje skrót lum, międzynarodowe oznaczenie jest lm.

b) Światłość źródła (I) w określonym kierunku jest to strumień świetlny, przypadający na jednostkę kąta bryłowego. Odróżnia się średnią światłość przestrzenną, oznaczaną I_o, średnią światłość górnej półkuli ($I^{\frown}$), oraz średnią światłość dolnej półkuli ($I_{\smile}$). Przy oświetleniu ulicznym bierze się zazwyczaj pod uwagę tylko średnią światłość półkuli dolnej.

Jednostką światłości jest świeca międzynarodowa (dziesiętna) [2], czyli światłość, ustalona na podstawie porozumienia laboratoriów wzorcowych Anglii, Francji i Stanów Zjednoczonych A. P., przy czym wzorcami są odpowiednie lampy żarowe. Wzorce te oparte są na promieniowaniu ciała czarnego w temperaturze krzepnięcia platyny. Średnia wartość jaskrawości ciała czarnego w temperaturze krzepnięcia platyny ustalona została przez wspomniane laboratoria na 58,87 świec na cm².

Normy niemieckie opierają się nie na świecy międzynarodowej, ale na świecy Hefnera (HK), przedstawiającej światłość wzorcowej lampy Hefnera z octanem amylowym, mierzoną w kierunku poziomym w normalnych warunkach. 1 HK równa się ok. 0,9 świecy międzynarodowej. Ponieważ wszystkie jednostki świetlne, używane w normach niemieckich, oparte są na świecy Hefnera, a nie na świecy międzynarodowej, wartości licz-

[1] Jednostką kąta bryłowego jest steradian (srd). Kąt sferyczny pełny $= 4\pi$. srd $=$ 12,56 srd.

[2] Skrót bd pochodzi od nazwy francuskiej bougie décimale.

bowe niemieckie wymagają odpowiedniego przeliczenia.

c) J a s k r a w o ś ć źródła (B) jest to stosunek światłości w kierunku oka widza do pozornie świecącej powierzchni źródła światła.

Jednostką jaskrawości, przewidzianą przez polską normę, jest l a m b e r t, czyli jaskrawość takiego źródła, które daje w kierunku oka widza światłość 1 świecy międzynarodowej na 1 cm² pozornie świecącej powierzchni źródła.

Międzynarodowa nazwa tej jednostki brzmi s t i l b, oznacza się ją skrótem sb.

d) S p r a w n o ś ć ś w i e t l n a źródła (η) jest to stosunek całkowitego strumienia świetlnego, wysyłanego z tego źródła, do energii doprowadzonej w jednostce czasu. Wyraża się ją przy oświetleniu gazowym w lum/kcal lub w lum/litr.

e) I l o ś ć ś w i a t ł a (Q) jest to iloczyn ze strumienia świetlnego, wysyłanego ze źródła, i czasu, podczas którego strumień ten jest wysyłany. Jednostką ilości światła jest lumengodzina, w skrócie lumh.

f) J a s n o ś ć na pewnej powierzchni (E) jest to strumień świetlny, przypadający na jednostkę pola tej powierzchni.

Jednostką jasności jest l u k s, czyli jasność powierzchni, otrzymaną wówczas, gdy na 1 m² oświetlonego pola przypada 1 lumen strumienia świetlnego.

W normie polskiej luks oznaczony jest przez lux, międzynarodowe oznaczenie jest lx.

Jasność najsłabiej oświetlonego punktu jakiejś powierzchni nazywa się j a s n o ś c i ą m i n i m a l n ą; jasność punktu najsilniej oświetlonego — j a s n o ś c i ą m a k s y m a l n ą. Stosunek jasności minimalnej do maksymalnej jest miarą r ó w n o m i e r n o ś c i o ś w i e t l e n i a.

$$\frac{E_{min}}{E_{max}} = \text{równomierność oświetlenia} \quad (< 1)$$

Niekiedy spotyka się jako charakterystykę oświetlenia wartość odwrotną tj. nierównomierność:

$$\frac{E_{max}}{E_{min}} = \text{nierównomierność oświetlenia} \quad (> 1)$$

J a s n o ś ć ś r e d n i a jest to średnia wartość liczbowa z poszczególnych jasności oświetlonej powierzchni. Przy n punktach pomiarowych średnia jasność wynosi:

$$E_{śr} = \frac{\sum_1^n E}{n}$$

g) Niemcy posługują się jeszcze jednym pojęciem, mianowicie j a s k r a w o ś c i ą p o w i e r z c h n i o ś w i e t l o n e j, która jest funkcją jasności i zdolności odbicia światła przez daną powierzchnię:

$$B = E \cdot \rho$$

Ponieważ wchodzą tu w grę wartości znacznie mniejsze niż przy jaskrawości źródła światła, przyjęto odpowiednio mniejszą jednostkę, mianowicie tzw. apostilb:

$$1 \text{ asb} = \frac{1}{\pi \cdot 10\,000} \text{ sb}$$

Pojęcie jaskrawości oświetlonej powierzchni i jej jednostka nie zostały dotychczas przyjęte przez Międzynarodową Komisję Oświetleniową.

Dla zadośćuczynienia fizykalnym i gospodarczym wymaganiom oświetlenia publicznego, operuje technika oświetleniowa dwoma podstawowymi czynnikami:

a) źródłem światła,

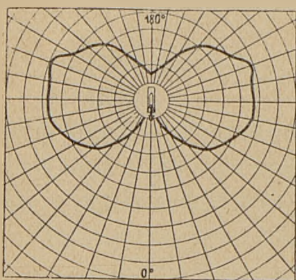
b) rozmieszczeniem tych źródeł w przestrzeni.

Jako ź r ó d ł o ś w i a t ł a wchodzą przy oświetleniu gazowym w rachubę różne typy lamp.

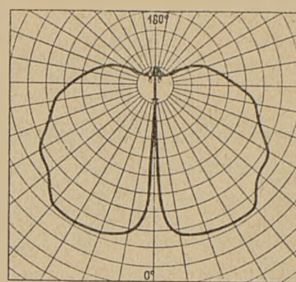
Dla oceny źródła światła z punktu widzenia techniki oświetleniowej służy przede wszystkim tzw. krzywa światłości, którą otrzymuje się za pomocą fotometrowania w odstępach kątowych co 10° i wkreślenia uzyskanych wartości w układ współrzędnych biegunowych. Kształt takiej krzywej orientuje od razu, do jakiego określonego celu nadaje się dane źródło światła.

Powierzchnia, ograniczona krzywą światłości, nie jest bynajmniej proporcjonalna do strumienia świetlnego, a to z tego powodu, że przy podziale powierzchni kuli na strefy, leżące w granicach co 10°, otrzymuje się powierzchnie różnej wielkości, a zatem różne kąty bryłowe i różne wartości dla częściowego strumienia świetlnego.

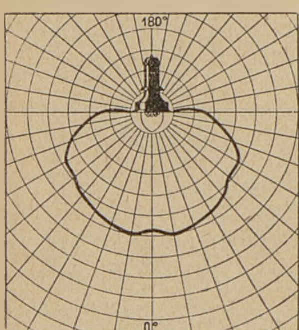
Na podstawie krzywej światłości można jednak wyznaczyć strumień świetlny, stosując metody rachunkowe względnie wykreślne.



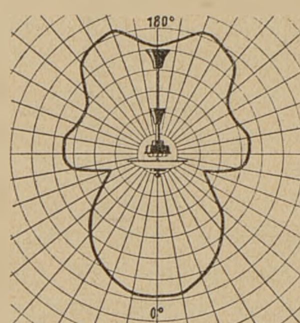
Palnik stojący.



Palnik wiszący wbudowany.



Lampa wisząca z palnikiem grupowym.



Lampa do oświetlenia wnętrz.

Rys. 1. *Krzywe światłości palników i lamp gazowych.*

Do rachunkowego przybliżonego obliczenia średniej światłości przestrzennej służą odpowiednie wzory, np. wzór Blocha:

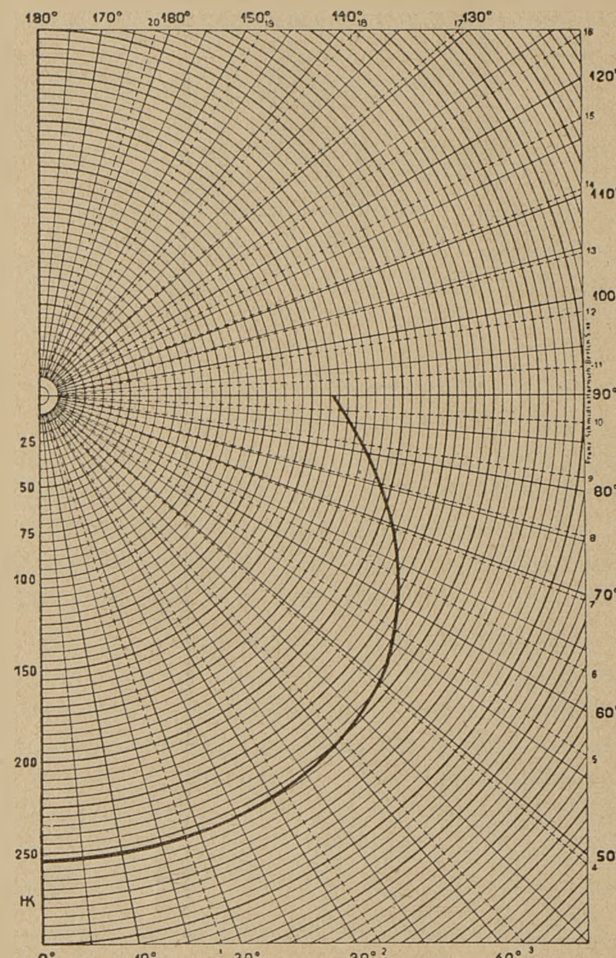
$$I_0 = \frac{1}{8}\left(I_{30^0} + 2 \cdot I_{60^0} + I_{30^0} + I_{100^0} + 2 \cdot I_{120^0} + I_{150^0}\right)$$

Do wzoru tego wstawia się wartości I dla poszczególnych kątów, odczytane z krzywej światłości. Znając I_0, oblicza się strumień świetlny ze wzoru:

$$F = 4\,\pi \cdot I_0$$

Metoda wykreślna Rousseau polega na przeniesieniu krzywej światłości z układu współrzędnych biegunowych do układu współrzędnych prostopadłych. Przy odpowiednim stosunku skali obu siatek, powierzchnia zawarta między krzywą Rousseau a osią rzędnych daje wprost wielkość strumienia świetlnego, ponieważ krzywa ta jest wyznaczona dla jednakowych kątów bryłowych.

Istnieją również specjalne siatki biegunowe (np. f-my berlińskiej Franz Schmidt & Haensch), pozwalające na szybkie i łatwe obliczenie strumienia świetlnego na podstawie krzywej światłości, wkreślonej do tej siatki. Dla celów fotometrycznych dzieli się zazwyczaj kulę na 20 kątów bryłowych, 10 dla dolnej i 10 dla górnej półkuli. Uzyskane w ten sposób kąty bryłowe, równe sobie, odpowiadają następującym kątom geometrycznym:



Rys. 2. *Siatka do obliczania strumienia świetlnego (Franz Schmidt & Haensch, Berlin) z wrysowaną krzywą światłości 3-płom. palnika wiszącego wbudowanego.*

dla dolnej półkuli: 18,2⁰, 31,8⁰, 41,4⁰, 49,5⁰, 56,7⁰, 63,3⁰, 69,5⁰, 75,5⁰, 81,4⁰, 87,2⁰,

dla górnej półkuli: 92,8⁰, 98,6⁰, 104,5⁰, 110,5⁰, 116,7⁰, 123,3⁰, 130,5⁰, 138,5⁰, 148,2⁰, 161,8⁰.

Kąty te są uwidocznione na siatce linią przerywaną — obok normalnych kątów współrzędnych biegunowych: 10⁰, 20⁰, 30⁰ itd., wyznaczonych liniami pełnymi.

Po wkreśleniu do siatki krzywej światłości, odczytuje się wartości dla światłości w punktach przecięcia tej krzywej z liniami kreskowanymi. Średnia arytmetyczna z odczytanych 20 wartości daje średnią światłość przestrzenną; średnia arytmetyczna z 10 wartości poniżej 90⁰ daje średnią światłość półkuli dolnej, podobnie średnia arytme-

tyczna z 10 wartości powyżej 90° określa średnią światłość górnej półkuli.

Całkowity strumień świetlny otrzymuje się, mnożąc średnią światłość przestrzenną przez 4 π, średnia światłość dolnej względnie górnej półkuli, pomnożona przez 2 π, daje strumień świetlny w danej półkuli.

Z punktu widzenia gospodarczego charakteryzuje dane źródło światła jego sprawność świetlna, obliczona w lum/kcal lub w lum/litr w odniesieniu do dolnej półkuli. Określenie strumienia świetlnego w półkuli dolnej nie przedstawia trudności — zwłaszcza przy zastosowaniu opisanych siatek. Pozostaje ustalenie zużycia gazu przez źródło światła.

Normy niemieckie żądają ustalania godzinnego zużycia gazu w litrach (0°, 760 mm, w stanie suchym), przy ciśnieniu gazu 60 mm sł. w., w odniesieniu do gazu normalnego, tj. gazu mieszanego o cieple spalania 4 000 do 4 300 kcal/Nm³, ciężarze gatunkowym nie wyżej 0,5 (powietrze = 1) i zawartości składników niepalnych nie większej niż 12%.

Wobec coraz bardziej rozpowszechniającej się i u nas produkcji gazu mieszanego, możnaby również przyjąć jako gaz „wzorcowy" gaz mieszany, o c. sp. 4 000 do 4 300 kcal/Nm³ i c. g. ok. 0,5. Konieczność ustalania godzinnego zużycia przy określonym i niezmiennym ciśnieniu gazu — tłumaczy się sama przez się. Np. badania, przeprowadzone w Krakowskiej Gazowni z palnikiem grupowym 15 płom., dały następujące cyfry:

ciśnienie gazu mm	zużycie gazu przez palnik litry/godz
93	855
80	705
63	650
53	510
40	432

Płomyk dzienny (zapalacz) tego palnika zużywa przy ciśnieniu 95 mm 75 l/godz, przy ciśnieniu 68 mm 50 l/godz.

Przy r o z m i e s z c z a n i u ź r ó d e ł ś w i a t ł a w przestrzeni wchodzą w grę 2 wielkości: wysokość punktu świetlnego, tj. odległość pionowa od powierzchni ulicy, i rozstawienie, tj. odległość pozioma między poszczególnymi punktami.

Wysokość punktu świetlnego zależy przede wszystkim od światłości tego punktu. DVGW[3] zaleca następujące wysokości orientacyjne:

lampy na słupach i wspornikach:

2-płom.	minimum	3,5 m
3- „		4 „
4- „		4,5 „
6- „		5 „
9- „		5,5 „
12- „	ok.	6 „
15- „	„	6,5 „

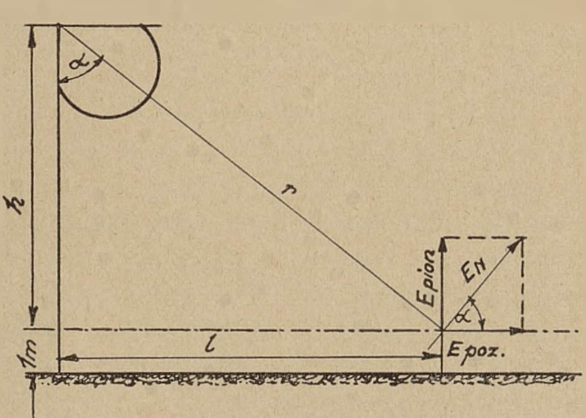
lampy na przewieszeniach minimum 6,5 m, przy większej ilości płomieni nawet wyżej.

Wzajemny stosunek między wysokością punktów świetlnych i ich odległością poziomą określa w przybliżeniu następująca wytyczna DVGW:

1) Przy oświetleniu ulicy dwustronnym (naprzemianległym), odstęp między lampami po każdej stronie ulicy nie powinien przekraczać 10-krotnej wysokości punktu świetlnego.
2) Przy oświetleniu ulicy jednostronnym, odstęp między lampami nie powinien przekraczać 6 do 7-krotnej wysokości punktu świetlnego.
3) Przy oświetleniu przewieszonym nad jezdnią, odstęp między lampami winien wynosić 5 do 6-krotną wysokość punktu świetlnego.

Odpowiednie rozmieszczenie celowo skonstruowanych lamp stwarza dopiero r a c j o n a l n e o ś w i e t l e n i e u l i c y, od którego wymaga się dziś przede wszystkim, aby było dostatecznie silne, równomierne, nierażące i ekonomiczne.

Najwięcej uwagi poświęca się zazwyczaj j a s n o ś c i p o z i o m e j, stawiając — niesłusznie może — na drugim planie j a s n o ś ć p i o n o w ą, od której zależy oświetlenie fasad, tabliczek z nazwami ulic i liczbami domów, rozpoznawanie twarzy przechodniów itd.



Rys. 3. *Rozkład jasności normalnej na składowe pionową i poziomą.*

[3] Deutscher Verein von Gas- und Wasserfachmännern.

Rozkład jasności normalnej na jasność poziomą i pionową przedstawia rys. 3, na którym:

E_N — jasność normalna na płaszczyźnie prostopadłej do promienia, wychodzącego pod kątem α,
E_{poz} — jasność pozioma,
E_{pion} — jasność pionowa,
r — odległość punktu, w którym wyznacza się jasność, od źródła światła,
l — odległość punktu, w którym wyznacza się jasność, od stopy lampy,
h — wysokość umieszczenia lampy nad poziomem pomiarowym (1 m ponad powierzchnią ulicy),
α — kąt promieniowania.

$$E_N = \frac{I\alpha}{r^2} = \frac{I\alpha}{h^2 + l^2}$$

$$E_{poz} = E_N \cdot \cos\alpha$$
$$E_{pion} = E_N \cdot \sin\alpha$$

Wymagania co do jasności poziomej ujęte zostały w niektórych państwach w formę wytycznych, czy norm. I tak, niemiecka norma DIN 5035 przepisuje następujące wartości dla jasności poziomej jezdni, mierzonej na wysokości 1 m ponad nawierzchnią:

Charakter ulicy wzgl. placu	Jasność średnia		Jasność w miejscu najgorzej oświetl.	
	wartość minim.	wartość zalec.	wartość minim.	wartość zalec.
o ruchu słabym	1 lx	3 lx	0,2 lx	0,5 lx
„ „ średnim	3 „	8 „	0,5 „	2 „
„ „ silnym	8 „	15 „	2 „	4 „
„ „ b. silnym (wielkomiejskie)	15 „	30 „	4 „	8 „

Wytyczne francuskiej Société pour le Perfectionnement de l'Eclairage biorą pod uwagę nie tylko natężenie ruchu, ale i szerokość ulicy. Dzielą one ulice na 3 typy:

bardzo szerokie, tj. o odstępie między liniami domów > 17 m
średniej szerokości, tj. o odstępie między liniami domów 12 ÷ 17 m
wąskie, tj. o odstępie między liniami domów < 12 m

Klasa	Charakter ulicy względnie placu	Kategoria oświetlenia	Jasność średnia
1	place reprezentacyjne o ruchu bardzo silnym	uroczyste	> 14 lx
2	ulice bardzo szerokie o ruchu silnym „ śred. szerokości „ „ wyjątkowo silnym	intensywne I kat.	9 ÷ 12 „
3	ulice bardzo szerokie o ruchu średnim „ śred. szerokości „ „ silnym „ wąskie „ „ wyjątkowo silnym	intensywne II kat.	5 ÷ 7 „
4	ulice bardzo szerokie o ruchu słabym „ śred. szerokości „ „ średnim „ wąskie „ „ „	wzmożone	2 ÷ 3 „
5	ulice śred. szerokości o ruchu słabym „ wąskie „ „ „	normalne	0,5 ÷ 1,25 „

Na jasność poziomą duży wpływ ma rodzaj nawierzchni, ze względu na zdolność odbicia światła. Dla oświetlenia ulicy najkorzystniejsza jest nawierzchnia betonowa, najgorsza — asfaltowa. Znajduje to swój wyraz w normach szwedzkich, które rozróżniają ulice o nawierzchniach ciemnych (asfaltowych), tj. takich, które w stanie suchym posiadają zdolność odbicia światła 6 ÷ 10%, w stanie mokrym 3 ÷ 6%, oraz ulice o nawierzchniach jasnych (beton, kostka kamienna), tj. takich, które w stanie suchym wykazują 25 ÷ 40%, a w stanie mokrym 15 ÷ 25% odbicia. Dla ulic o nawierzchni ciemnej wymagana jest średnia jasność 3 razy większa, niż dla ulic o nawierzchni jasnej.

Charakter ulicy wzgl. placu	Jasność średnia	
	nawierzchnia jasna	nawierzchnia ciemna
o ruchu małym	2,5 ÷ 5 lx	7 ÷ 10 lx
o „ dużym	5 ÷ 10 „	15 ÷ 30 „
ulice główne w miastach	7 ÷ 15 „	20 ÷ 45 „

Wymagania co do jasności pionowej nie zostały dotychczas nigdzie ujęte cyfrowo. W Międzynarodowym Komitecie Oświetleniowym wysuwana była koncepcja, że należałoby dążyć do uzyskania przy oświetleniu sztucznym podobnego stosunku pomiędzy składową pionową jasności a składową poziomą, jak przy oświetleniu dziennym, tj. mniej więcej 2:1. Stosunek ten zależy od kierunkowości promieni świetlnych, a zatem od typu lampy.

Rodzaj fasad (wyprawa jasna, wyprawa ciemna, względnie cegła surowa) odgrywa tu podobną rolę, jak rodzaj nawierzchni przy jasności poziomej.

Jeżeli chodzi o równomierność oświetlenia, zwraca się na razie uwagę również tylko na równomierność jasności poziomej. Równomierność jest przy oświetleniu czynnikiem bardzo ważnym. Np. księżyc w czasie pełni daje równomierną jasność tylko 0,3 luksa, oświetla jednak ulice o wiele lepiej niż sztuczne światło o średniej jasności 0,3 luksa. Równomierność zależna jest od wysokości punktów świetlnych i odstępu między nimi.

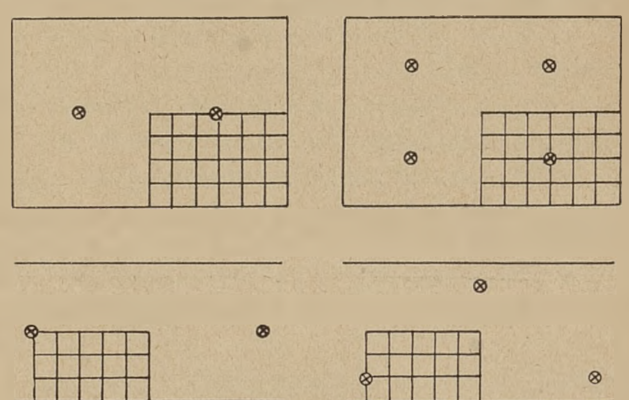
DVGW zaleca dla ulic głównych równomierność w granicach 1:4 do 1:15, uważając, że w ulicach bocznych wystarczy nawet 1:20 do 1:50.

Do pomiaru jasności służą luksomierze. W użyciu są dwa typy tych przyrządów: tzw. subiektywne i obiektywne.

Luksomierze subiektywne posiadają porównawcze źródło światła w postaci wycechowanej żarówki, która oświetla jedną połówkę matówki, podczas gdy druga połowa oświetlona jest źródłem światła badanym. Po nastawieniu obu połówek na jednakową jasność, odczytuje się na skali ilość luksów. Błędy pomiarowe powstają wskutek złego nastawienia przez niewprawnego obserwatora, lub wskutek zmiany światłości żarówki porównawczej. Należy ją zatem okresowo sprawdzać.

Luksomierze obiektywne oparte są na komórce fotoelektrycznej. Przy naświetleniu komórki powstaje prąd elektryczny, który powoduje odpowiednie wychylenie wskazówki na skali mierniczej. Komórka fotoelektryczna starzeje się z czasem, wymaga zatem również okresowego przecechowania. Ponieważ komórka fotoelektryczna reaguje na barwę światła inaczej niż oko ludzkie, nie można posługiwać się tym samym przyrządem do pomiarów oświetlenia elektrycznego i gazowego, chyba że posiada dwie skale lub tabelkę dla przeliczania odczytanych wartości.

Pomiar jasności poziomej przeprowadza się na takim polu ulicy lub placu, które wykazuje rozkład jasności, powtarzający się symetrycznie na polach sąsiednich. Pole pomiarowe dzieli się na prostokąty względnie kwadraty równej wielkości,



Rys. 4. *Podział placów i ulic na pola pomiarowe.*

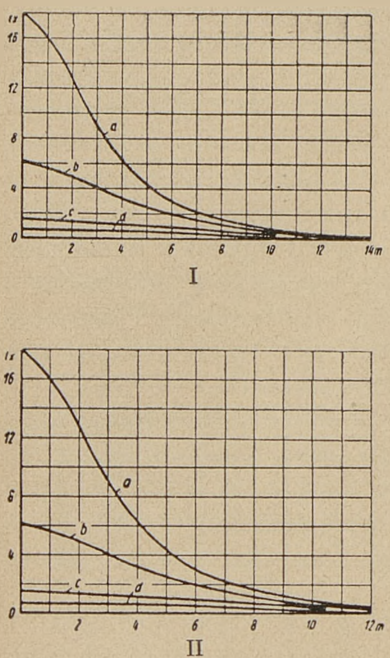
o boku 2 ÷ 3 m. Ilość prostokątów winna być tym większa, im bardziej nierównomierny jest rozkład jasności, najmniej jednak ma ich być 9. Przy niesymetrycznym rozmieszczeniu źródeł światła należy całą oświetloną powierzchnię ulicy czy placu podzielić na wspomniane prostokąty.

Pomiary przeprowadza się w punkcie środkowym każdego prostokąta względnie kwadratu, na wysokości 1 m ponad nawierzchnią uliczną.

Średnia arytmetyczna z wartości uzyskanych w poszczególnych prostokątach przedstawia średnią jasność poziomą danej ulicy czy placu.

Wyniki pomiarów ujmuje się zazwyczaj w krzywe jasności, wykreślając je oddzielnie dla przekrojów podłużnych ulicy i oddzielnie dla przekrojów poprzecznych.

Na podstawie uzyskanych krzywych sporządzić można krzywe jednakowych jasności; można również wkreślić je w system przestrzenny.



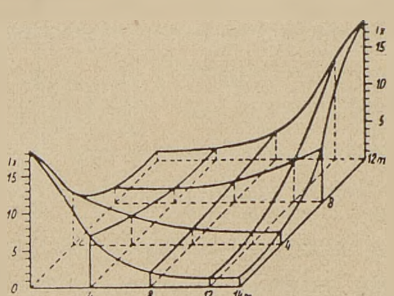
I — wzdłuż ulicy, od krawężnika:

a — 0 m
b — 4 m
c — 8 m
d — 12 m

II — w poprzek ulicy, od lampy:

a — 0 m
b — 4 m
c — 8 m
d — 12 m

Rys. 5. *Krzywe jasności poziomej przy 4-płom. lampie gazowej wiszącej z kloszem przezroczystym, wysokośc punktu świetlnego 5 m.*

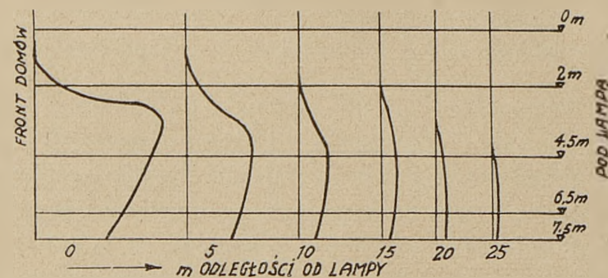


Rys. 6. *Krzywe jasności poziomej z rys. 5, w układzie przestrzennym.*

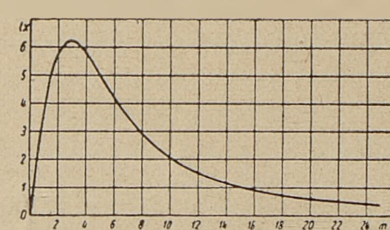
Dla obliczenia równomierności jasności poziomej potrzebne jest oznaczenie jasności minimalnej i maksymalnej. Niekiedy są one równoznaczne z wartościami, uzyskanymi przy pomiarze jasności poszczególnych prostokątów, w przeciwnym razie należy je ustalić oddzielnie.

Ponieważ jasności pionowej poświęca się na ogół — jak wspomniano — mniej uwagi, nie ustalono dotąd standartowego sposobu jej oznaczania. Celowe wyniki otrzymuje się np. przy oznaczaniu jasności pionowej na froncie domów w odstępach co 4 ÷ 5 m i w różnych wysokościach. Poniżej zamieszczone są krzywe E_{pion} w przekrojach poprzecznych ulicy w odstępach co 5 m (oświetlenie elektryczne przewieszone nad jezdnią).

Można również zadowolnić się wyznaczeniem jednej krzywej dla jasności pionowej pomiędzy dwoma lampami w przekroju podłużnym ulicy.



Rys. 7. *Krzywe jasności pionowej przy lampie elektrycznej 200 W, wysokość zawieszenia 7,5 m, w przekrojach poprzecznych ulicy.*

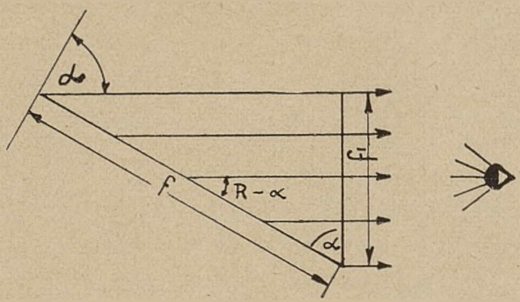


Rys. 8. *Krzywa jasności pionowej przy lampie gazowej jak na rys. 5, w przekroju podłużnym ulicy, pomiędzy dwoma lampami.*

Zbytnia j a s k r a w o ś ć źródła światła jest w oświetleniu ulicznym niepożądana, ze względu na olśnienie, które obniża sprawność wzroku i powoduje praktycznie ten sam skutek, co oświetlenie za słabe.

Ponieważ jaskrawość jest stosunkiem światłości źródła w kierunku oka obserwatora do pozornie świecącej powierzchni źródła, rośnie ona w miarę zmniejszania się tej powierzchni, a zatem również w miarę zwiększania się kąta promieniowania. Zależność tę ilustruje rys. 9, gdzie:

f — powierzchnia istotnie świecąca,
f' — powierzchnia pozornie świecąca,
α — kąt promieniowania,
$R - \alpha$ — kąt patrzenia,
$f' = f \cos \alpha$
przy $\alpha = 0 \quad f' = f$
jeżeli $\alpha \to 90^0 \quad f' \to 0.$



Rys. 9. *Zależność jaskrawości źródła światła od kąta promieniowania.*

Z tego powodu źródła światła nawet nie olśniewające w zakresie promieniowania np. 0^0 do 75^0, mogą zacząć razić przy $\alpha > 75^0$, kiedy wartość f' spada już poniżej 0,25 f.

Zjawisko olśnienia zanika zresztą szybko w miarę zwiększania wysokości punktu świetlnego. Stwierdzono np. doświadczalnie, że efekt olśniewający źródła światła umieszczonego na wysokości 10 m, zwiększa się 2-krotnie przy obniżeniu tego źródła do 6,5 m, 3-krotnie przy obniżeniu do 4,8 m, a 8,5-krotnie przy obniżeniu do 3,6 m.

Niemiecka norma DIN 5035 żąda, aby jaskrawość lamp ulicznych nie przekraczała 2 stilbów w zakresie promieniowania między 60 a 90^0, licząc od pionowej w dół jako zerowej.

Dokładne pomiary świetlne potrzebne są nie tylko dla stwierdzenia, że oświetlenie danej ulicy odpowiada nowoczesnym wymaganiom, względnie dla poczynienia w nim odpowiednich zmian, ale także dla sporządzania projektów oświetlenia ulicznego. Każdy taki projekt należy bowiem przeliczyć, aby z góry sprawdzić, czy będzie on odpowiadać wymaganiom co do jasności średniej i minimalnej oraz równomierności.

W tym celu przyjmuje się, że ulica zostanie oświetlona jakimś znanym typem lamp, rozmieszczonych w sposób z góry przyjęty. Następnie na planie danej ulicy wykreśla się podobne prostokąty względnie kwadraty, jak przy przeprowadzaniu pomiarów świetlnych, i wyznacza wartości dla jasności poziomej w punktach środkowych, na wysokości 1 m ponad nawierzchnią uliczną, ew. dodatkowo jeszcze wartości jasności minimalnej i maksymalnej. Stąd oblicza się jasność średnią oraz równomierność. Podobnie ustala się jasność pionową. Wartości uzyskane porównuje się z wartościami pożądanymi. Jeżeli okażą się różnice, trzeba poczynić w projekcie zmiany, dotyczące źródła światła lub rozmieszczenia przestrzennego, i ponownie projekt przeliczyć.

Źródła światła i ich rozmieszczenie przyjmuje się na podstawie własnych doświadczeń, lub w braku tychże na podstawie pewnych ogólnych wytycznych. Własne dane są o tyle lepsze, że uwzględniają stosunki miejscowe, a więc stosowane w danym mieście typy lamp, materiał nawierzchni, rodzaj fasad, zadrzewienie itd. DVGW podaje następujące wytyczne orientacyjne, przy których należy jeszcze uwzględnić szerokość jezdni, zabudowanie, zadrzewienie oraz rodzaj nawierzchni:

a) Ulice węższe o słabym ruchu: 2- i 3-płom. lampy nasadowe, przysadowe lub wiszące (130 ÷ 185 HK ◡) na słupach i wspornikach, wysokość punktu świetlnego 3,5 ÷ 4 m.

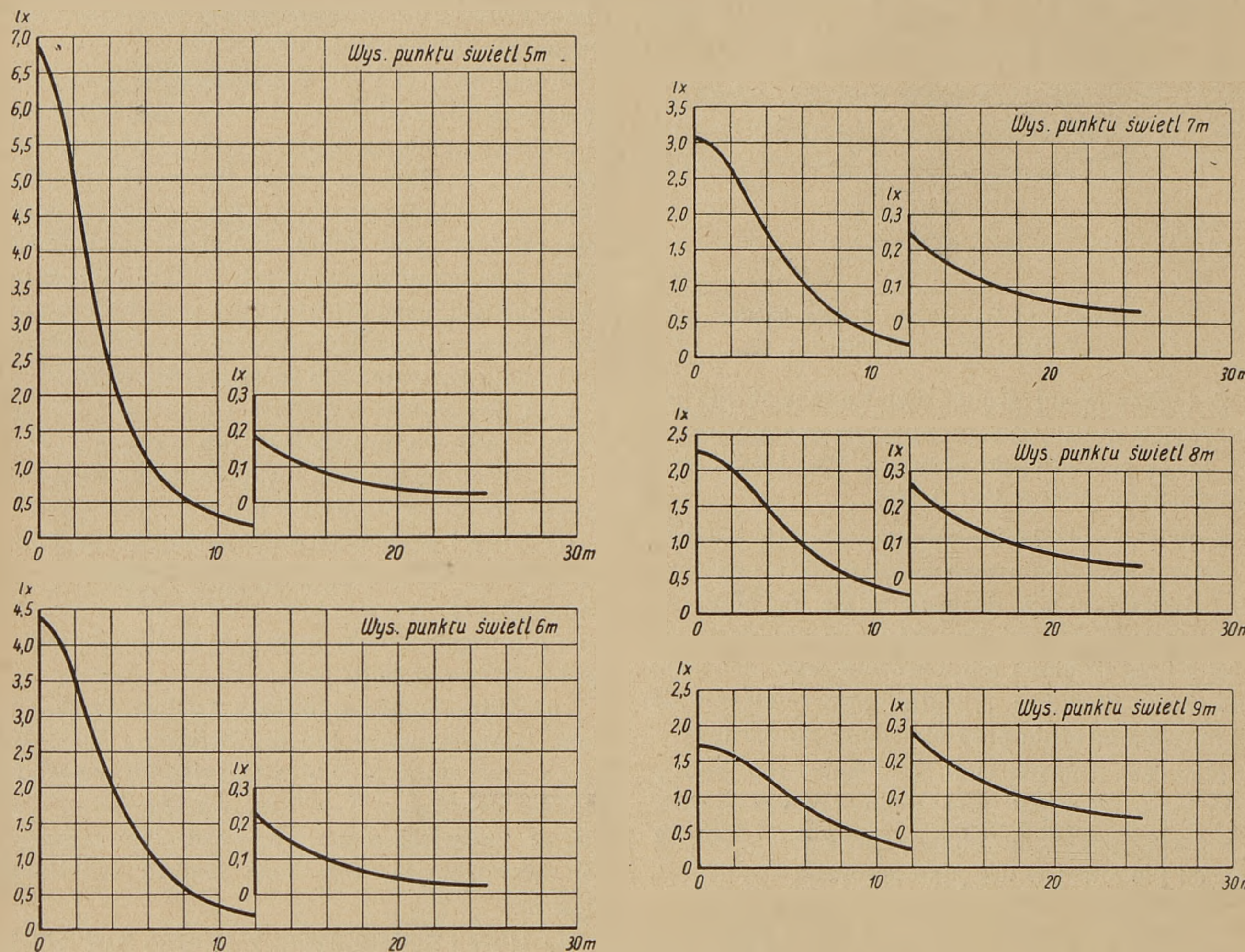
b) Ulice i place o średnim ruchu: co najmniej jak pod *a)*, lepiej jednak 4 ÷ 6-płom. lampy wiszące lub przysadowe (240 ÷ 390 HK ◡) na słupach lub wspornikach, wysokość punktu świetlnego 4 ÷ 4,5 m, wysięg 0,6 ÷ 1,5 m.

c) Ulice i place o silnym ruchu: 6- do 12-płom. lampy wiszące lub przysadowe (390 ÷ 790 HK ◡) na słupach lub wspornikach, wysokość punktu świetlnego 5 ÷ 7 m, wysięg 0,8 ÷ 2 m, albo na przewieszeniach z zawieszeniem w środku lub dwustronnym, wysokość punktu świetlnego ok. 8 m.

d) Ulice i place o ruchu b. silnym, wielkomiejskim: 12- do 15-płom. lampy wiszące (790 ÷ 975 HK ◡) lub 3-płom. lampy na gaz sprężony (2 000 HK ◡) na słupach lub przewieszeniach z zawieszeniem w środku lub dwustronnym, wysokość punktu świetlnego ok. 8 m.

Odstęp między latarniami przyjmuje się na podstawie poprzednio przytoczonych wytycznych, normujących stosunek między wysokością punktu świetlnego a odległością poziomą tych punktów.

Wartości dla jasności w poszczególnych punktach można oczywiście obliczyć na podstawie krzywej światłości lampy. Znacznie jednak szybsze i praktyczniejsze jest wyznaczanie tych wartości na podstawie krzywych jasności poziomej względnie pionowej. Duże usługi oddają tu własne krzywe, uwzględniające miejscowe warunki. W braku ich trzeba sięgnąć do krzywych standartowych. Poniżej podane są takie krzywe dla jasności poziomej przy nowoczesnych lampach z kloszami przezroczystymi na gaz niskoprężny, w przeliczeniu na 100 HK ◡, przy różnej wysokości punktu świetlnego.



Rys. 10. *Krzywe jasności poziomej przy nowoczesnych lampach gazowych, w przeliczeniu na 100 HK ◡, w odstępie 0 do 30 m od stopy lampy, wysokość punktu świetlnego 5 do 9 m.*

Jeżeli obrany typ lampy ma światłość większą niż 100 HK ◡, trzeba wartości odczytane z krzywych proporcjonalnie powiększyć, np. dla lamp 12-płom. o 780 HK ◡ pomnożyć przez 7,8.

Przy obliczaniu poszczególnych wartości względnie ustalaniu ich na podstawie krzywych, trzeba uwzględnić, że w praktyce każde pole pomiarowe oświetlone będzie nie przez jedną tylko lampę, ale także przez lampy sąsiednie.

Przy sporządzaniu takiego projektu można niekiedy otrzymać kilka alternatyw, odpowiadających wymaganiom nowoczesnej techniki oświetleniowej. Wówczas decyduje czynnik gospodarczy. Dla porównania poszczególnych alternatyw pod względem ekonomicznym, służyć może np. następujący schemat dla oświetlenia 1 km:

Alternatywa Charakterystyka	a	b	c
Typ lampy Wysokość zawieszenia Odległość lamp Ilość lamp na 1 km Średnia jasność pozioma w luksach Koszty inwestycji na 1 km			
Amortyzacja 10% Wymiana siatek, kloszy itd. Utrzymanie i naprawa Obsługa Zużycie gazu przy 4 000 godz rocznie			

Również i tutaj pożądane są przede wszystkim cyfry z własnej praktyki. Kalkulacja na podstawie cyfr obcych lub szablonów prowadzić może do różnic o wiele poważniejszych niż przy wartościach fizykalnych.

Ilustruje to np. następujące zestawienie danych orientacyjnych niemieckich z wynikami z praktyki Krakowskiej Gazowni w ostatnich 3 latach:

Zużycie siatek w oświetleniu publ. na płomień i rok	Dane niem.	Kraków		
stojących	5 ÷ 10	19,2	16,4	18,6
wiszących	2 ÷ 3	5,8	4,8	5,4
„ intens.		9,3	7,3	7,1

Literatura:
DVGW. Gasbeleuchtung — Taschenbuch für Gasingenieure. (München u. Berlin 1937).
Czasopisma: Przegląd Elektrotechniczny, Gas- und Wasserfach, Journal des Usines à Gaz itd.

Nadesłane.

Kilka słów o nowych sposobach izolacji przewodów podziemnych.

W nr 1 — 3 „Biuletynu Wodociągowo-Kanalizacyjnego", który opuścił niedawno prasę, zamieszczony jest artykuł p. inż. Józefa Konopki pod powyższym tytułem. W artykule tym umieścił autor dla scharakteryzowania wartości i zakresu stosowania izolacji Denso następującą wzmiankę:

„W Gazowni Krakowskiej użyto taśmy „Denso" do uszczelnienia pękniętego przewodu do gazu i przekonano się, że taśma gazu nie przepuszcza, nawet przy ciśnieniu 300 mm sł. w."

Nie mam bynajmniej zamiaru pomniejszania zalet izolacji Denso, jednakże jako b. dyrektor Gazowni Krakowskiej, poczuwam się do obowiązku poinformowania kół fachowych zgodnie z istotnym stanem rzeczy. Informację swoją zamieszczam w czasopiśmie „Gaz, Woda i Technika Sanitarna" dlatego, że „Biuletyn Wodociągowo - Kanalizacyjny" wychodzi bardzo nieregularnie i nie wiadomo, kiedy ukaże się następny jego zeszyt.

Rzeczywiście podczas mego kierownictwa Gazownią Krakowską miały być przeprowadzone próby szczelności taśmy Denso na gaz, nie zostały one jednak wykonane, nie można więc było przekonać się, „że taśma Denso gazu nie przepuszcza, nawet przy ciśnieniu 300 mm sł w.", tym bardziej, że w niskoprężnej sieci krakowskiej nie ma tak wysokiego ciśnienia.

Do naprawy, choćby prowizorycznej, pękniętych przewodów gazowych ani w okresie mego kierownictwa, ani — o ile mi wiadomo — później taśma Denso nie była stosowana, i sądzę, że używanie do tak odpowiedzialnej naprawy materiału, mającego zupełnie inne przeznaczenie, byłoby nie tylko niewłaściwe, ale nawet ryzykowne.

Inż. M. Seifert.

Sprawozdania z ruchu i zarządu.

70-lecie Gazowni Miejskiej w Tczewie. Z końcem ub. r. obchodziła Gazownia Miejska w Tczewie 70-lecie swego istnienia.

Gazownia ta została wybudowana przez firmę Otto Schulz i Hugo Sackur w Berlinie, na podstawie koncesji, udzielonej tej firmie przez Magistrat m. Tczewa w r. 1866. W dniu 30 listopada 1867 r. zapalono po raz pierwszy na ulicach Tczewa 72 latarnie gazowe. Mieszkańcy miasta przez długi czas podziwiali to „cudowne" światło, jak je wówczas nazywano.

Do r. 1907 Gazownia Tczewska pozostawała przedsiębiorstwem prywatnym koncesjonowanym, zmieniając w międzyczasie kilkakrotnie właścicieli, którzy z zasady prowadzili gospodarkę rabunkową, nie dbając o inwestycje, tak że zakład stawał się co raz mniej zdolny do eksploatacji.

W r. 1907 Gmina przejęła Gazownię na własność i poczyniła w niej niezbędne remonty, jednakże utrzymanie w ruchu przestarzałych i zniszczonych urządzeń na dłuższą metę okazało się niemożliwe. W końcu r. 1919 unieruchomiono zakład, przeprowadzono gruntowny remont piecowni, wybudowano nowy zbiornik gazowy, a w r. 1920 odnowiona Gazownia rozpoczęła na nowo zaopatrywać miasto w gaz. Dalsze inwestycje w Gazowni Tczewskiej obejmowały: benzolownię, laboratorium, modernizację piecowni i aparatowni itd.

W r. 1907, w chwili obejmowania zakładu przez miasto, produkcja wynosiła 315 000 m³ gazu, w r. 1920 530 000 m³, rok zaś 1937 zamknęła Gazownia cyfrą ok. 700 000 m³, co stanowi ok. 28 m³ na 1 mieszkańca. Gazomierzy zainstalowanych jest obecnie 1 450, kuchenek gazowych 1 400, z czego wynika, że gros odbiorców stanowią gospodarstwa domowe.

Mimo poczynionych w ostatnich czasach inwestycyj, projektowana jest — ze względów urbanistycznych — budowa nowoczesnego zakładu w przemysłowej dzielnicy miasta, nad Wisłą i w pobliżu torów kolejowych.

Rekordowe oddanie gazu Krakowskiej Gazowni Miejskiej. W styczniu r. b. oddanie gazu z Krakowskiej Gazowni Miejskiej przekroczyło 1 milion m³, co stanowi rekord tego zakładu od chwili jego uruchomienia.

Zaznaczyć przy tym należy, że w chwili przejęcia Gazowni z rąk prywatnego koncesjonariusza w r. 1886, produkcja całoroczna przekraczała nieco 1 milion m³ gazu, czyli równała się dzisiejszej produkcji miesięcznej.

Sprawozdanie z eksploatacji Wodociągów i Kanalizacji m. Częstochowy za rok administracyjny 1936/37 zawiera m. i. następujące dane:

Ogólna ilość mieszkańców . . .	134 066	
„ „ nieruchomości . . .	6 137	
Ilość nieruchomości przy ulicach posiadających wodociągi . . .	2 400	
Ilość nieruchomości przy ulicach posiadających kanalizację . . .	1 910	
Ilość mieszkańców korzystających z wodociągów	62 978	
Długość sieci wodociągowej . . .	76 425	mb
Ilość przyłączonych nieruchomości .	1 499	
Ilość wbudowanych wodomierzy . .	1 539	
Ilość studzienek publicznych . . .	13	
Ilość nieruchomości korzystających ze studzienek publicznych . . .	149	
Ilość wody wypompowanej . . .	1 676 760	m³
Wzrost oddania wody w porównaniu z r. 1935/36	157 420	m³
Przeciętne zużycie prądu na 100 m³ wody (wys. pompowania 78,40 ÷ ÷ 78,78 m)	34,64	kWh
Przeciętne zużycie wody na osobę i dobę	75	l
Ilość mieszkańców korzystających z kanalizacji	48 701	
Długość sieci kanałów sanitarnych .	58 414	mb
Ilość przyłączonych nieruchomości .	1 089	
Ilość ścieków przepompowanych do oczyszczalni	1 980 630	m³
Przeciętne zużycie prądu na 100 m³ ścieków (wys. pompowania 12 m)	7,09	kWh
Przeciętna ilość ścieków pompowanych na osobę i dobę	112,7	l
Długość sieci kanałów burzowych .	21 975	mb
W roku sprawozdawczym ułożono:		
przewodów wodociągowych . .	3 472	mb
kanałów sanitarnych	3 095	„
„ burzowych	622	„
przyłączono nieruchomości:		
do sieci wodociągowej . . .	174	
„ „ kanalizacyjnej . . .	88	
ustawiono wodomierzy	173	

Rozdział wody wypompowanej:

nieruchomości prywatne . .	1 174 888	m³	tj. 70,1%
„ gminne . . .	100 384	„	6,0%
kolej	12 478	„	0,8%
wojskowość	42 170	„	2,5%
przemysł	127 106	„	7,6%
studzienki uliczne	3 588	„	0,2%
polewanie ulic i parków . .	5 394	„	0,3%
zużycie przy pożarach . . .	183	„	
„ własne	26 962	„	1,6%
strata	183 607	„	10,9%
	1 676 760	m³	100,0%

W okresie sprawozdawczym przeprowadzono 35 badań chemicznych i 98 badań bakteriologicznych wody, pobierając próbki ze źródeł w Wierzchowiskach, rurociągu głównego, oraz kranów na mieście. Woda podlegała chlorowaniu, przy czym dawka chloru wynosiła średnio 0,3 mg/litr.

W oczyszczalni ścieków wyprodukowano 80 488 m³ gazu, który zużyto do celów oświetleniowych i gospodarczych oczyszczalni. Sprzedano 5 724 beczek nawozu płynnego (1 000 m³ nawozu stałego).

W lutym 1937 r. uruchomiono podstację oraz studnię dla ujęcia wody w Czarnym Lesie, doprowadzającą wodę do stacji pomp w Wierzchowiskach w ilości 100 m³/godzinę. Na podstacji znajduje się silnik mocy 8 HP z fabryki Rohn-Zieliński, zasilany prądem z elektrowni o napięciu 380 V, uruchamiany w zależności od potrzeby.

REDAKTOR ODPOWIEDZIALNY: DR INŻ. JAROSŁAW DOLIŃSKI. — SEKRETARZ REDAKCJI: INŻ. JÓZEFA CZAPLICKA

Drukarnia Polska Fr. Zemanka w Krakowie, ul. Tadeusza Kościuszki 3.